

Б.Б.Луганцев, Б.А.Ошеров, Л.И.Файнбурд, А.Н.Аверкин

**РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ
СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК**

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
1 КЛАССИФИКАЦИЯ СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК.....	6
2 КОНСТРУКЦИИ ОСНОВНЫХ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК.....	11
2.1 Исполнительные органы (струги), схемы резания.....	11
2.2 Конвейеры струговых установок, натяжные устройства.....	53
2.3 Системы подачи и управления струговыми установками в вертикальной плоскости.....	61
2.4 Привод струговых установок и системы защиты приводов.....	64
2.5 Электрооборудование.....	76
2.6 Гидрооборудование.....	89
2.7 Система пылеподавления.....	93
2.8 Режущий инструмент.....	99
3 МЕТОДИКА РАСЧЁТА ПАРАМЕТРОВ СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК.....	107
3.1 Основные скоростные режимы работы струговых установок, расчет параметров системы «струг-конвейер».....	107
3.2 Расчёт сил на резцах струга	109
3.3 Расчёт усилий погрузки угля стругом.....	121
3.4 Расчёт усилий в тяговой цепи струга и усилий подачи	125
3.5 Расчёт мощности привода струга	140
3.6 Расчёт поперечной устойчивости струговых установок.....	151
3.7 Расчёт продольной устойчивости струговых установок.....	161
4 АЛГОРИТМЫ РАСЧЁТА ПАРАМЕТРОВ СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК.....	173
4.1 Алгоритм расчёта сил на резцах струга	173
4.2 Алгоритм расчёта усилий погрузки угля стругом	174
4.3 Алгоритм расчёта сил трения в опорах отрывного струга	174
4.4 Алгоритм расчёта сил трения в опорах скользящего струга	175
4.5 Алгоритм расчёта усилий в тяговой цепи струга и мощности его приводов	175
4.6 Алгоритмы расчёта поперечной и продольной устойчивости струговой установки	177
5 РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ И АЛГОРИТМОВ РАСЧЁТА ПАРАМЕТРОВ СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК.....	178
5.1 Проектировочный расчёт параметров струговой установки СНЗСПЗ для условий пласта «Четвёртый»	178
5.2 Проектировочный расчёт параметров струговой установки	

GH5.7N/9-38Ve для условий пласта «Пятый»	186
5.3 Применение методики расчёта параметров для анализа работы действующей струговой установки GH5.7N/9-38Ve и разработки мероприятий по повышению нагрузки на забой	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	189

ПРЕДИСЛОВИЕ

Повышение рентабельности за счёт применения прогрессивной техники и технологии, особенно актуально для шахт, обрабатывающих тонкие пласты, которые в Российской Федерации составляют около 60% промышленных запасов угля. Наиболее эффективным способом ведения очистных работ на тонких пластах является применение технологии струговой выемки. Опыт отработки тонких пластов в России, Германии, США, Польше показал, что нерентабельные шахты, использующие технологию комбайновой выемки угля, с переходом на технологии струговой выемки угля могут стать прибыльными. Это связано с тем, что при прочих равных условиях, именно на тонких пластах, производительность струговой установки в 2,5 раза выше, чем производительность комбайна. На шахтах Германии, США, Польши и других стран комбайновая выемка тонких угольных пластов используется только при отсутствии возможности применения струговых механизированных комплексов по горногеологическим условиям.

Основными преимуществами струговой выемки являются:

- высокая нагрузка на очистные забои: достигнутые показатели нагрузки на лаву при мощности пласта 0,9-1,0 м составляют свыше 8000 т/сутки; 1,2 м – 16000 т/сутки, а 1,6-1,8 м до 22000 т/сутки;
- низкая зольность и высокая сортность добываемого топлива;
- удобство технического обслуживания;
- высокая безопасность работ;
- низкие затраты времени на вспомогательные и концевые операции;
- значительно низкая вероятность возникновения газодинамических явлений при отработке выбросоопасных и удароопасных угольных пластов.

Удельный вес добычи угля с применением технологии струговой выемки в Германии в 1990 году достигал 67%, в Чехии – 23%, в СССР – 5,3% (18,8 млн.т).

После общего спада в работе угольной промышленности в России начиная с 2003 года в стране происходит рост числа лав, оборудованных струговыми комплексами. Так, на шахте им. М.П. Чиха в Российском Донбассе в 2007 году применялись две струговые установки СН.06 в комплексе с крепью «Дон-Фалия-1» (Германия). Со второй половины 2006 года на шахте «Абашевская» в Кузбассе эксплуатируется струговой комплекс фирмы DBT (Германия); с 2007 года на шахте «Березовская» в Кузбассе – струговой комплекс совместного производства фирм DBT и Глиник (Польша), на шахте «Северная» в Воркуте – струговая установка «Компактхобель» (Германия).

Опыт применения технологии струговой выемки показал, что специалисты шахт и объединений имеют трудности при выборе типа струговой установки для конкретных горногеологических условий. Отсутствует необходимый опыт и знания технологии струговой выемки угля как у работников шахт, так и у сотрудников некоторых научных, проектных и внедренческих организаций.

В настоящей монографии собраны и приведены наиболее полные результаты многолетних исследований специалистов Шахтинского научно-исследовательского и проектно-конструкторского угольного института в области расчета параметров и конструирования струговых установок, проанализированы конструкции отечественных и зарубежных струговых установок.

Монография предназначена для инженерно-технических работников, занимающихся эксплуатацией и разработкой струговых установок, она также может быть использована преподавателями и студентами горных вузов и техникумов.

Авторский коллектив выражает признательность А.Б. Голоду, В.А. Матвееву, Э.Д. Подольскому, В.Н.Королёву, В.В.Сойферу за предоставленные материалы для монографии и С.В. Васильевой, Г.Н. Журиловой за помощь при её подготовке.

1 КЛАССИФИКАЦИЯ СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК

Струговая выемка угля представляет собой способ узкозахватной выемки угольных пластов, при котором отделение угля от массива осуществляется тонкими стружками (0,05-0,15 м) с помощью исполнительного органа (струга), перемещаемого вдоль линии очистного забоя со скоростью до 180 м/мин.

Струговая установка состоит из забойного скребкового конвейера с направляющими для перемещения струга, струга (исполнительного органа), струговой цепи, систем подачи и управления струговыми установками в вертикальной плоскости, приводов с системами защиты от перегрузок, электрооборудования, систем управления, гидро- и электрооборудования.

Конвейер, кроме выполнения функции доставочной машины, служит базой для направленного перемещения струга вдоль очистного забоя. Во время работы струговой установки струг постоянно прижат к забою гидроцилиндрами. Струг осуществляет отделение угля от забоя и погрузку его на скребковый конвейер.

Приводы струговой установки располагаются в прилегающих к забою выработках или в специально оборудованных нишах.

Струговые установки могут работать как с индивидуальными крепями, так и в комплексе с механизированными крепями.

Средние нагрузки на струговые комплексы, достигаемые на пластах мощностью 0,85-1,8 м, изменяются в пределах от 1000 до 22000 т/сут. и при прочих равных условиях превосходят нагрузки на комбайновые комплексы.

В 70-80-е годы XX века на шахтах СССР более 100 очистных забоев обрабатывались струговыми комплексами ежегодно. При этом из многих лав в течение года добывалось от 500 до 1500 тыс. т угля. В этот период на шахтах России и Украины при использовании струговой технологии неоднократно устанавливались мировые рекорды нагрузки на очистные забои для угольных пластов мощностью 0,85- 1,80 м.

Несмотря на доказанную на практике высокую эффективность, в последнее десятилетие струговая выемка на шахтах Российской Федерации применяется в ограниченном объеме.

Несмотря на то, что все струговые установки состоят из одних и тех же основных узлов и элементов, их конструктивные схемы имеют принципиальные различия. К таким различиям, определяющим деление струговых установок по типам, относятся расположение тягового органа по отношению к конвейеру и конструкция исполнительного органа.

Существует три типа струговых установок.

Струговые установки отрывного типа: СО75М, УСТ2М, 2СО3413 (Россия), Райсхакенхобель, Швертхобель (Германия), PL9 (Чехия) (рис.1.1, а), отличаются тем, что тяговый орган 3 располагается со стороны выработанного пространства, а исполнительный орган 1 снабжён подконвейерной плитой 2, движущейся по почве пласта.

Раньше отрывные струговые установки работали таким образом, что во время движения струга рештачный став конвейера отжимался от забоя на ширину струга и снова прижимался гидродвигателем к забою после прохода струга. В настоящее время струговые установки (2СО3413, Швертхобель) работают без отжатия рештачного става.

Струговые установки скользящего типа: СН75, 1СН99, 2СН3413 (СН.06) (Россия), Гляйтхобель, Компактхобель (Германия) (рис. 1.1, б), отличаются тем, что тяговый орган 3 располагается с забойной стороны рештачного става стругового конвейера 5, а исполнительный орган 1 перемещается («скользит») по специальной наклонной направляющей 6, закрепленной на забойной стороне стругового конвейера.

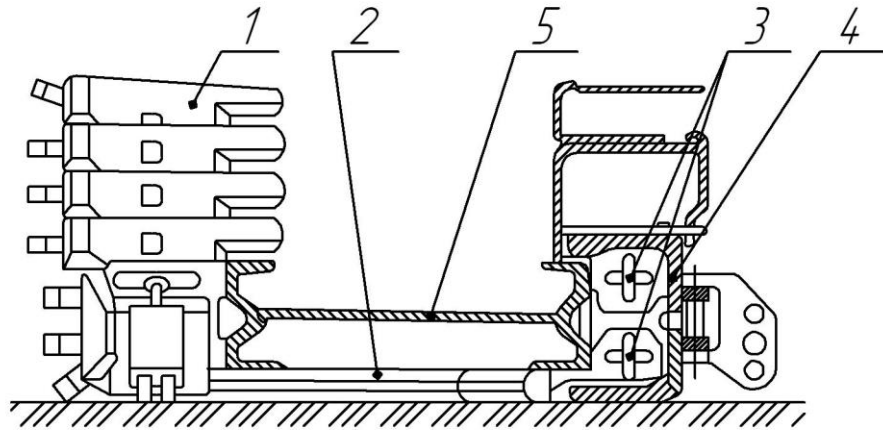
Струговые установки комбинированного типа: ЗСКП (Россия), Гляйтшвертхобель (Германия) (рис. 1.1, в), отличаются тем, что тяговый орган 3 располагается со стороны выработанного пространства, исполнительный орган снабжен плитой 2, движущейся по специальной направляющей 6, расположенной между почвой пласта и рештачным ставом стругового конвейера 5.

Кроме классификации струговых установок по типам существует деление их по классам в зависимости от мощности приводов, калибра цепи исполнительного органа, калибра цепи тягового органа конвейера.

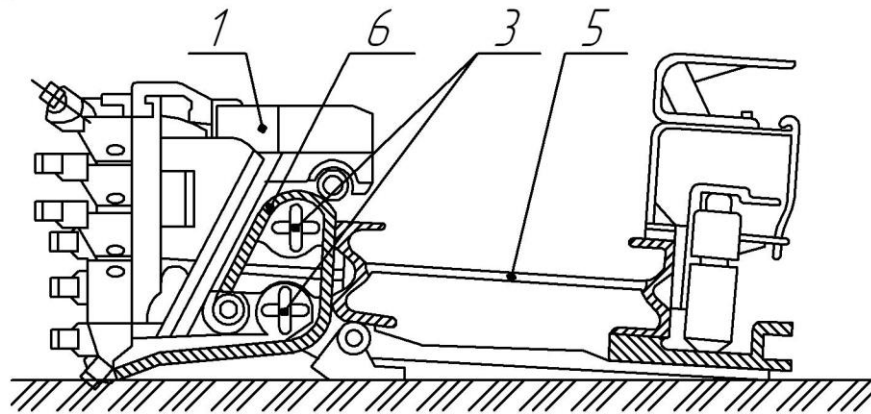
Выделяют четыре класса струговых установок:

- легкого класса;
- среднего класса;
- тяжелого класса;
- сверхтяжелого класса.

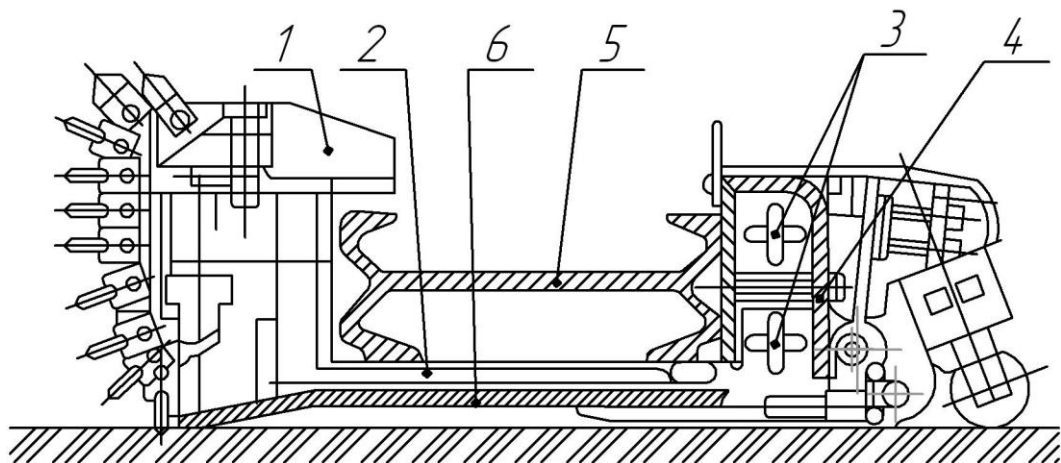
а) установка отрывного типа



б) установка скользящего типа



в) установка комбинированного типа



1 – исполнительный орган (струг); 2 – подконвейерная плита;
3 – тяговая цепь; 4 – защитный кожух; 5 – струговой конвейер;
6 – специальная направляющая

Рисунок 1.1 – Поперечные сечения струговых установок разных типов

Основные характеристики различных классов струговых установок приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Основные характеристики различных классов струговых установок

Класс струговых установок	Мощность приводов струга, кВт	Калибр цепи струга, мм	Сечение конвейера, м ²	Калибр цепи конвейера, мм	Мощность приводов конвейера, кВт	Теоретическая производительность струга, т/мин	Вынимаемая мощность пласта, м
Легкий	< 400	<30×108	< 0,20	18×64	<320	до 10	<1,1
Средний	400–630	34×108	0,20 – 0,30	26×92 30×108	320–630	10–5	0,95–1,5
Тяжелый	630 – 1260	38×137	0,30–0,50	30×108 38×137	630–800	15–25	1,1–1,65
Сверхтяжелый	1260 – 2000	42×146 и более	> 0,50	42×146	800 – 1600	25–35	1,2–2,0

Струговые установки определенного класса следует использовать в соответствующих рекомендуемых горногеологических и горнотехнических условиях.

Обозначение струговых установок состоит из букв, характеризующих тип струговой установки, и цифр, характеризующих основные конструктивные особенности установки.

Струговые установки отрывного типа обозначаются буквами СО, скользящего – СН, комбинированного типа – СК. Типоразмер и применяемость по углу падения пласта струговой установки определяется в соответствии с ГОСТ 28629-90 «Установки струговые. Основные параметры и размеры. Общие технические требования», цифра типоразмера ставится перед аббревиатурой обозначения типа струговой установки.

Первые две цифры, расположенные после обозначения типа установки, показывают диаметр прутка тяговой цепи привода струга: 26 – диаметр прутка тяговой цепи равен Ø26 мм, аналогично 34 – Ø34 мм, 42 – Ø42 мм и т.д. Цифра, стоящая за диаметром прутка тяговой цепи привода струга, определяет

расположение тяговой цепи стругового конвейера: 1 – центральное расположение тяговых цепей конвейера; 2 – разнесенное к боковинам рештаков расположение тяговой цепи конвейера.

Цифра, стоящая за цифрой, определяющей расположение тяговых цепей конвейера, характеризует конструктивную особенность рештака стругового конвейера: 0 – рештак конвейера с открытым днищем; 3 – рештак конвейера с закрытым днищем.

Примеры обозначения струговых установок.

Струговая установка отрывного типа первого типоразмера с тяговой цепью привода струга Ø26 мм, с расположением тяговых цепей конвейера у боковин рештаков с открытым днищем обозначаются: 1СО2620.

Струговая установка скользящего типа второго типоразмера с тяговой цепью привода струга Ø38 мм, с центральным расположением тяговых цепей конвейера с защитным днищем рештаков обозначается: 2СН3813.

Струговая установка комбинированного типа третьего типоразмера с тяговой цепью привода струга Ø42 мм, с центральным расположением тяговых цепей конвейера с открытым днищем рештаков обозначается: 2СК4210.

2 КОНСТРУКЦИИ ОСНОВНЫХ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК

2.1 Исполнительные органы (струги), схемы расположения резцов

2.1.1 Общие сведения о конструктивном устройстве исполнительных органов (стругов) струговых установок различных типов

Исполнительным органом 1 (рис. 1.1) струговой установки, предназначенным для разрушения угольного пласта и погрузки разрушенной горной массы на решетчатый став 5 конвейера, является струг.

Струг 1 перемещается вдоль забоя при помощи тягового органа 4. Тяговым органом для струга служит круглозвенная цепь, замкнутая в вертикальной плоскости. Направляющей и опорной базой при движении струга 1 служит решетчатый став 5 с закреплёнными на нём направляющими 3, во внутренних каналах которых размещается тяговая цепь.

Струг работает, как правило, по челноковой схеме, производя разрушение пласта и погрузку разрушенной горной массы на конвейер при движении в обоих направлениях вдоль забоя лавы.

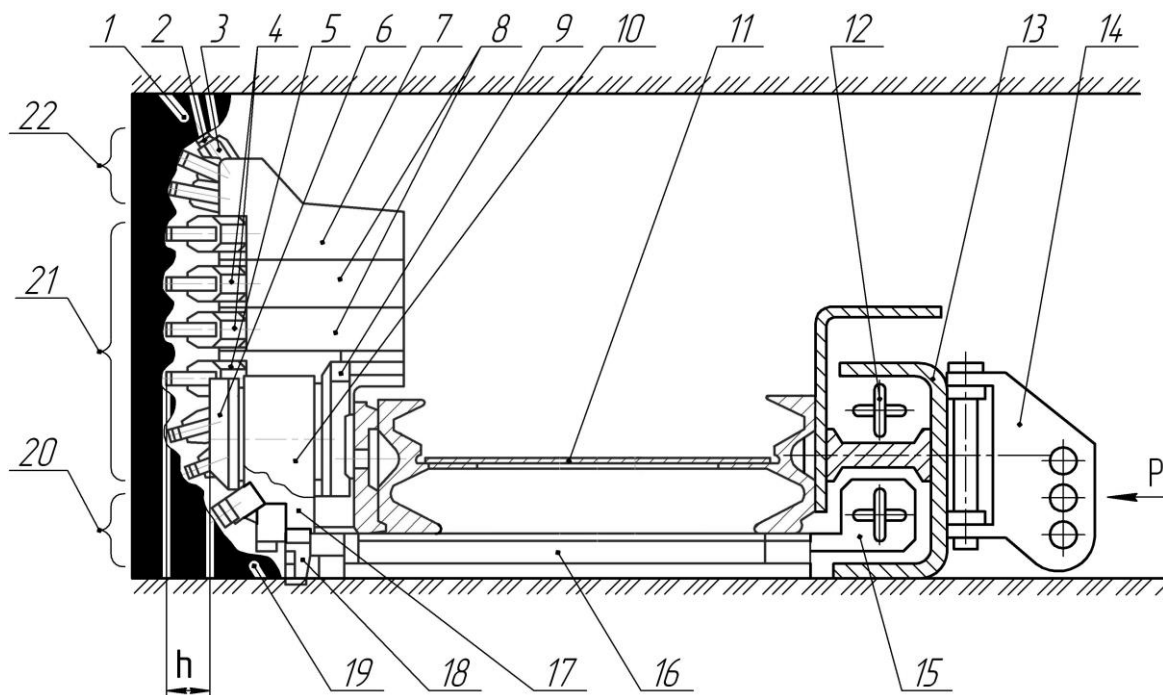
По характеру воздействия на угольный пласт при его разрушении струги принято разделять на *статические* и *динамические*. Динамические струги, в отличие от статических, разрушают угольный пласт с дополнительным активным или ударным воздействием на забой.

Работы по созданию динамических стругов, проводившиеся в основных угледобывающих странах мира в 50 – 60 годы XX века (см. п. 2.1.13), показали, что создать работоспособную струговую установку с динамическим стругом невозможно. В настоящее время работы в этом направлении не ведутся.

Конструкции статических стругов определяются типом струговой установки (рис. 2.1, 2.2, 2.3, 2.4).

2.1.1.1 Исполнительные органы (струги) струговых установок отрывного типа

Разрез по корпусу струга установки отрывного типа представлен на рис.2.1.



1 – верхняя пачка пласта; 2 – резец верхний (подрезной); 3 – резцедержатель верхний (крышки); 4 – резцедержатель съёмных проставок; 5 – резцедержатель средний; 6 – сменный ограничитель толщины стружки; 7 – крышка; 8 – съёмные проставки; 9 – съёмная опора; 10 – корпус; 11 – рештачный став; 12 – тяговая цепь; 13 – направляющая; 14 – кронштейн; 15 – прицепное устройство; 16 – подконвейерная плита корпуса; 17 – резцедержатель нижний; 18 – резец нижний (почвенный); 19 – угольный уступ; 20 – нижняя (почвенная) группа резцов; 21 – средняя (линейная) группа резцов; 22 – верхняя (кровельная) группа резцов

Рисунок 2.1 – Разрез по корпусу струга струговой установки 2 СО3413 отрывного типа

Корпус 10 служит основанием струга, на котором закрепляются державки (нижние 17 и средние 5), а также крышки 7 и съёмные проставки 8 с соответствующими резцедержателями 3 и 4. Крышки 7 и съёмные проставки 8 являются продолжением корпуса 10. Верхней частью струга служат крышки, а при помощи съёмных проставок производится ступенчатое регулирование высоты струга по мощности пласта.

Корпус непосредственно взаимодействует с направляющими рештачного става при движении струга.

В резцедержателях закрепляются резцы, которые по месту расположения на струге можно разделить на три группы: нижнюю 20 (с нижним (почвенным) резцом 18, направленным к почве), верхнюю 22 (с верхним подрезным резцом 2, направленным к кровле) и среднюю 21 (с резцами, направленными, как правило, перпендикулярно к забою), при помощи которых струг разрушает уголь, соответственно, у почвы, у кровли и в средней части пласта.

К верхним резцедержателям 3 относятся резцедержатели крышек с верхним (подрезным) резцом 2, к нижним – резцедержатели 17 с нижним (почвенным) резцом 18, остальные резцедержатели 5, 4, закреплённые на корпусе струга и съёмных проставках относятся к резцедержателям средней группы резцов.

Схема расположения резцов на струге должна обеспечивать эффективное разрушение угольного пласта с минимальными затратами энергии.

При помощи прицепных устройств 15, расположенных на концевых частях корпуса, струг соединяется с тяговой цепью 12. Для увеличения максимально возможного выхода струга на штрек в концевых частях лавы, что обеспечивает уменьшение длины ниш, прицепные устройства размещают в средней части корпуса струга.

Разрушение угольного пласта производится резцами струга путём снятия стружки угля с поверхности забоя. Для исключения возможности расклинивания струга между кровлей и почвой, при его работе, разрушение угольного пласта производится, как правило, не на всю его мощность, а с оставлением у кровли угольной пачки 1, которая должна самообрушаться под действием собственного веса по мере подвигания забоя.

Управление стругом в вертикальной плоскости (сход «земника», выход из почвы) производится путём изменения вылета нижнего (почвенного) резца 18 относительно уровня почвы. Струг должен оснащаться средствами для регулирования вылета нижнего резца относительно почвы.

Изменение вылета нижнего (почвенного) резца относительно почвы применяют при необходимости управления струговой установкой по всей лаве. При необходимости местного управления используют системы регулирования высоты завальной стороны рештачного става.

Струг струговой установки отрывного типа (рис. 2.1) имеет корпус 10 с подконвейерной плитой 16, которая при помощи прицепных устройств 15 соединяется с тяговой цепью 12.

Тяговая цепь 12 располагается во внутренних каналах направляющих 13, которые закреплены на завальной стороне рештачного става 11 и выполнены в виде кожуха.

Струг на подконвейерной плите 16 корпуса 10 при помощи тяговой цепи 12 перемещается по почве пласта, а направляющей базой при движении струга вдоль лавы служит рештачный став 11 конвейера струговой установки.

Опоры 9 струга на забойную боковину рештачного става выполняют съёмными для обеспечения их замены по мере износа.

При работе струга рештачный став 11 приподнимается подконвейерной плитой 16 и отжимается от забоя корпусом 10 в месте прохода струга.

Величина толщины стружки h , снимаемой резцами струга, в зависимости от свойств разрушаемого угля (сопротивляемости резанию, вязкости, крепости,

наличия породных включений и др.), регулируется при помощи сменных (различных по толщине) ограничителей стружки 6, закрепляемых на корпусе 10 и выполненных в виде скользящей по забою лыжи.

Подконвейерная опорная плита обеспечивает хорошую устойчивость струга в плоскости пласта при его работе, что значительно упрощает управление струговой установкой в вертикальной плоскости. Управление производится за счёт регулировки вылета относительно уровня почвы нижних (почвенных) резцов 18 на струге и изменением по высоте точки приложения усилия подачи P рештачного става на забой. Изменение точки приложения усилия подачи осуществляется при помощи простых по конструкции устройств, например, кронштейнов 14, которые закрепляются на направляющей 13 рештачного става и соединяются с гидропередвижниками или механизмами передвижки механизированной крепи.

Благодаря простоте конструкции, безопасности и удобству технического обслуживания и ремонта тяговой цепи, особенно в условиях работы на тонких пластах, струговые установки отрывного типа получили широкое применение во многих угледобывающих странах мира. К стругам струговых установок отрывного типа относятся: УСТ2В, СО75М, СО90, УСВ2 (отечественные), «Райсхакенхобель» S2, S3, S4 и других модификаций (Германия), СВС4У (Польша), PL – 8А (Чехия) и другие.

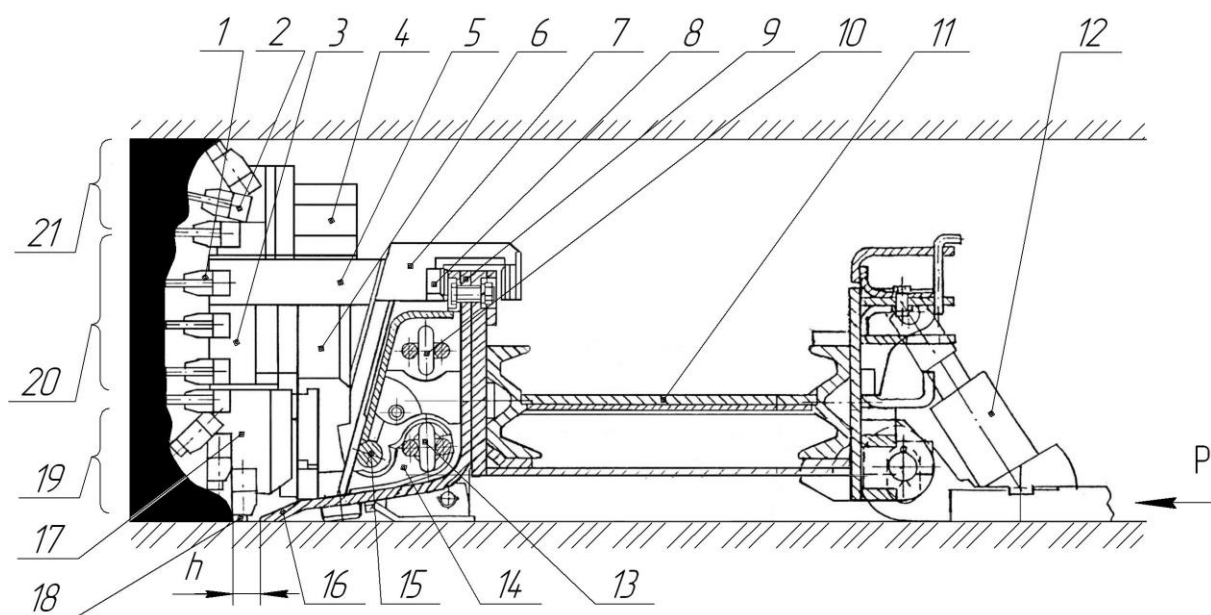
К недостаткам стругов струговых установок отрывного типа следует отнести большие потери тягового усилия на преодоление трения при перемещении струга по почве и на отжатие рештачного става в месте прохода струга. Струговые установки отрывного типа применяются для добычи угля с сопротивляемостью резанию не более 250 кН/м в стабильной (неотжатой) зоне пласта, а наличие отжатия рештачного става затрудняет их применение при работе с механизированными крепями агрегатированного типа.

Уменьшение ширины корпуса струга не устраняет полностью отжатие рештачного става от забоя при проходе струга.

При применении схемы установки нижних (почвенных) резцов 18 нижней (почвенной) группы 20, в соответствии с рисунком 2.1, у почвы пласта формируется угольный уступ 19, служащий ограничителем, который не позволяет рештачному ставу передвигаться к забою (под действием усилия подачи P) вслед за проходом струга более чем на величину толщины снимаемой стружки, что практически исключает отжатие рештачного става при последующем проходе струга и позволяет применять струговые установки отрывного типа при работе с механизированными крепями агрегатированного типа. Такие схемы установки нижних (почвенных) резцов применены в стругах струговых установок 2СО3413, УСТ2Э, СО75М-50 (отечественных), «Швертхобель» (Германия).

2.1.1.2 Исполнительные органы (струги) струговых установок скользящего типа

Корпус 6 струга (рис. 2.2) струговой установки скользящего типа имеет верхние 7 и нижние 14 захваты, при помощи которых струг опирается на наклонные направляющие, закреплённые на забойной стороне решетчатого става 11. Наклонную направляющую образуют угольник 16 и направляющая плита 15. Тяговая цепь 10 располагается во внутренних каналах наклонной направляющей и соединяется со стругом при помощи прицепных устройств 13, расположенных на нижних захватах 14 корпуса струга.



- 1 – резцедержатель съёмных проставок; 2 – резцедержатель верхний (крышки);
 3 – резцедержатель средний; 4 – крышка; 5 – съёмная проставка; 6 – корпус;
 7 – верхний захват корпуса; 8 – опора; 9 – верхняя опора направляющей;
 10 – тяговая цепь; 11 – решетчатый став; 12 – гидроцилиндр системы управления в вертикальной плоскости; 13 – прицепное устройство;
 14 – нижний захват корпуса; 15 – плита направляющая; нижняя опора направляющей; 16 – угольник; 17 – резцедержатель нижний; 18 – резец нижний (почвенный); 19 – нижняя (почвенная) группа резцов; 20 – средняя (линейная) группа резцов; 21 – верхняя (кровельная) группа резцов

Рисунок 2.2 – Разрез по корпусу струга струговой установки 2СН3413 скользящего типа

Наклонная направляющая имеет две опоры: верхнюю 9 плоской формы и нижнюю 15 круглой формы.

Нижний захват 14 опирается на угольник 16 и охватывает нижнюю опору 15, а верхний захват 7 охватывает верхнюю опору 9. Опора плоской формы обеспечивает устойчивость струга при движении по направляющей, а

также менее подвержена износу в отличие от опоры круглой формы, которая обеспечивает только линейный контакт с захватом. Наклонные направляющие струговых установок скользящего типа предыдущего поколения (СН75, «Гляйтхобель» ГН 7-26 и др.) имеют нижнюю и верхнюю опоры круглой формы.

Опоры 8 верхних захватов выполняют, как правило, съёмными для обеспечения их замены по мере износа. В отечественных стругах съёмные опоры имеют форму лыжи, скользящей по верхней опоре наклонной направляющей. В стругах «Гляйтхобель» серии ГН-9-30V съёмные опоры верхних захватов выполнены в виде профильных вставок, охватывающих верхнюю опору направляющей.

Для обеспечения доступа к тяговой цепи при выполнении работ по её техническому обслуживанию и ремонту направляющие плиты 15 должны быть съёмными.

Струг при помощи тяговой цепи перемещается вдоль забоя лавы по наклонным направляющим и разрушает угольный пласт путём снятия резцами 19, 20, 21 стружки угля с поверхности забоя. Величина толщины снимаемой стружки определяется вылетом h в забой нижнего (почвенного) резца 18 относительно носка угольника 16, который упирается в забой при передвижке рештачного става 11 (под действием усилия подачи P) вслед за проходом струга, что исключает отжатие рештачного става от забоя при проходе струга и обеспечивает стабильность толщины снимаемой стружки (при условии равномерного прилегания носка угольника к забою).

Движение струга по направляющим значительно снижает потери тягового усилия на трение и позволяет разрушать более прочные пласты угля с сопротивляемостью резанию до 300 кН/м в стабильной (неотжатой) зоне пласта.

Величина толщины стружки, снимаемой резцами струга, как правило, задаётся в зависимости от сопротивляемости резанию, крепости, вязкости угля, что и определяет величину вылета нижнего резца в забой относительно носка угольника. При этом расположение нижнего (почвенного) резца 18 относительно носка угольника 16 должно обеспечивать свободное движение струга.

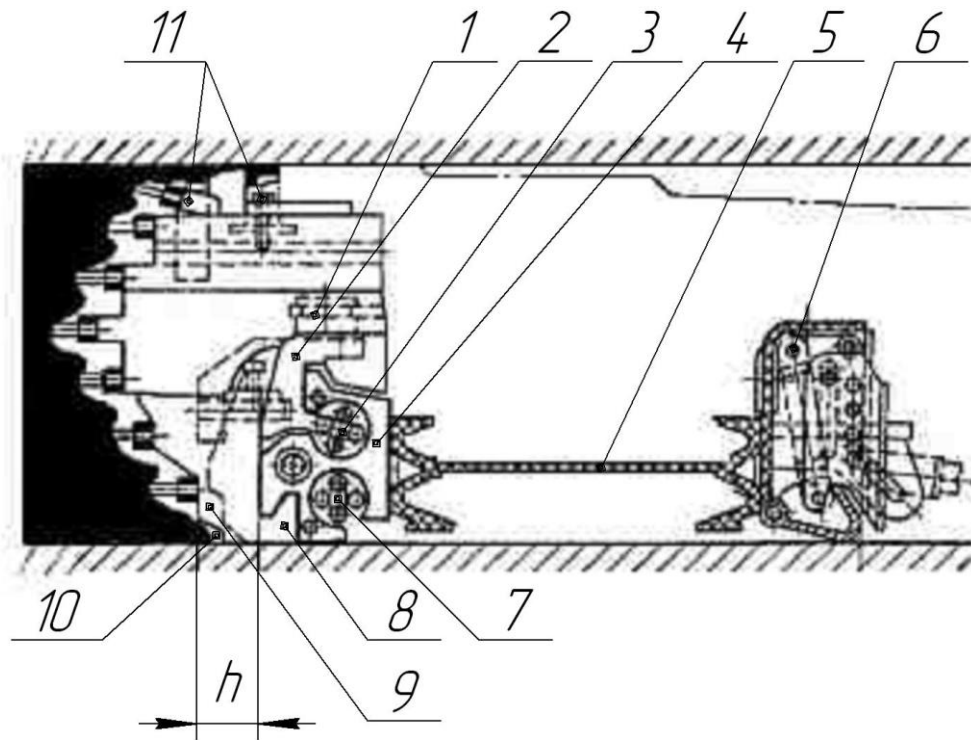
В отечественных стругах величина вылета h нижнего резца в забой относительно носка угольника составляет 70 – 90 мм.

Благодаря отсутствию отжатия рештачного става при проходе струга, хорошей погрузочной способности за счёт движения струга по наклонной направляющей, компактности конструкции, что обеспечивает возможность уменьшения незакреплённого призабойного пространства, струговые установки скользящего типа получили широкое применение при работе в составе

комплексов с механизированными крепями, в особенности агрегатированного типа, во всех угледобывающих странах мира.

К стругам струговых установок скользящего типа относятся СН75, СН99, СН96, СН.06 (отечественные), «Гляйтхобель» серии GH9-30V, GH 7-26, GH10-34 и других модификаций (Германия), СВС-5 (Польша), PL-9 (Чехия) и др.

К струговым установкам скользящего типа относятся также струги «Компактхобель» серии КН (Германия) (рис. 2.3).



- 1 – корпус; 2 – верхний захват корпуса; 3 – прицепное устройство;
 4 – шарнирная направляющая; 5 – рештачный став;
 6 – гидроцилиндр системы управления в вертикальной плоскости;
 7 – тяговая цепь; 8 – нижний захват корпуса; 9 – нижняя резцедержатель;
 10 – резец нижний (почвенный); 11 – верхние поворотные резцедержатели

Рисунок 2.3 – Разрез по корпусу струга «Компактхобель» серии КН

Корпус 1 струга имеет нижние 9 и верхние 2 захваты, при помощи которых струг опирается на шарнирную направляющую 4, закреплённую на забойной стороне рештачного става 5. Нижние захваты 9 дополнительно опираются на почву у забоя, а верхние захваты 2 при помощи прицепных устройств 3 соединяются с тяговой цепью 7, расположенной во внутренних каналах шарнирной направляющей 4. Верхняя часть угольного пласта (у кровли) разрушается при помощи группы резцов, закреплённых на верхних (поворотных в горизонтальной плоскости) резцедержателях 11, а нижняя часть пласта (у почвы) – при помощи групп резцов, закреплённых на нижних

(поворотных в вертикальной плоскости) резцедержателях 9. Высота струга по мощности пласта регулируется ступенчато при помощи съёмных проставок.

Толщина снимаемой резцами струга стружки (в зависимости от сопротивляемости резанию, крепости, вязкости угля и др.) регулируется за счёт изменения вылета h нижнего (почвенного) резца 10 относительно шарнирной направляющей 4 при помощи сменных (различной ширины) нижних резцедержателей 9.

За счёт регулирования вылета нижнего (почвенного) резца 10 относительно почвы при помощи поворота и фиксации в нужном положении нижних резцедержателей 9 обеспечивается управление стругом в вертикальной плоскости.

Струг работает без отжатия рештачного става при проходе струга за счёт упора шарнирной направляющей в угольный уступ, который формируется у почвы пласта нижней группой резцов, схема расположения которых аналогична применённой на струге 2СО3413 в соответствии с рисунком 2.1.

Струги «Компактхобель» КН2 и КН3 имеют, соответственно два и три шарнирно соединённых между собой корпуса. При работе струг разрушает угольный пласт путём последовательного снятия стружки угля с поверхности забоя резцами каждого корпуса (по принципу протяжки). За счёт снижения толщины стружки, снимаемой резцами каждого корпуса (при помощи сменных державок), обеспечивается разрушение более крепких углей с сохранением общей производительности струга. Наличие зазоров в шарнирном соединении корпусов обеспечивает таранный эффект при заклинивании первого (по ходу струга) корпуса, что позволяет стругу преодолевать участки пласта с углём повышенной крепости.

Недостатком стругов струговых установок скользящего типа является сложность технического обслуживания и ремонта тяговой цепи струга, расположенной в каналах направляющих у забоя.

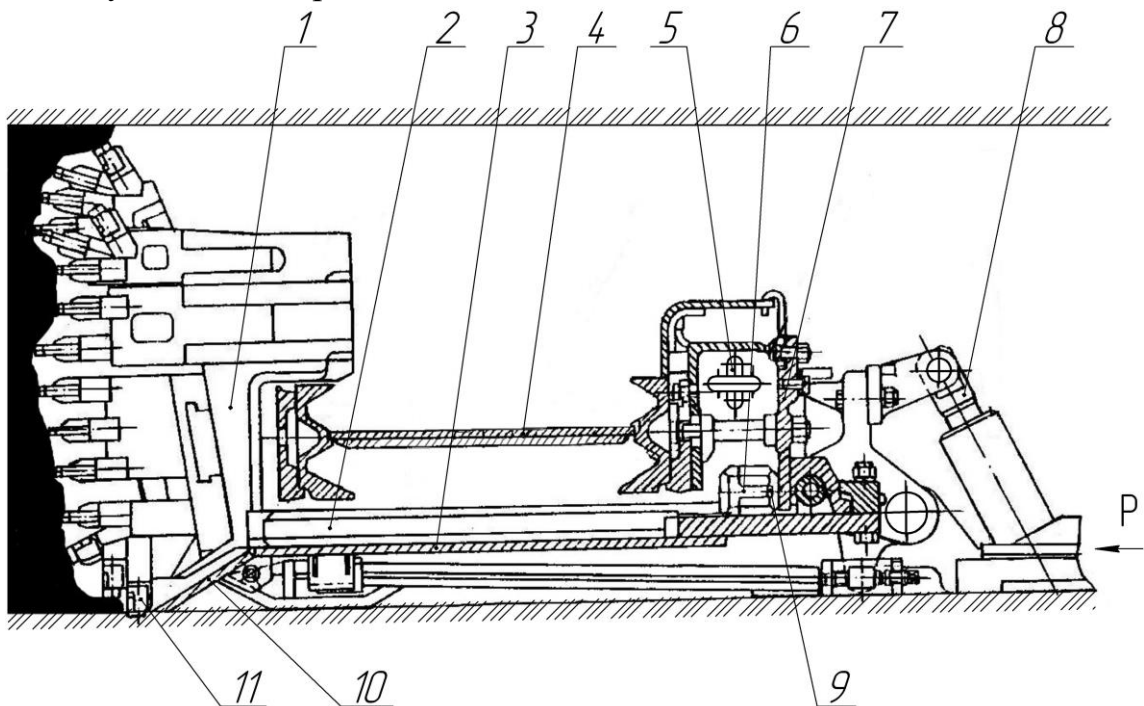
Струги струговых установок скользящего типа не имеют опорной подконвейерной плиты и перемещаются по направляющим, закреплённым на забойной стороне рештачного става конвейера, что при работе струга не обеспечивает его устойчивость в плоскости пласта и приводит к образованию «земника» или уходу струга в почву пласта.

Для управления струговой установкой скользящего типа в вертикальной плоскости, помимо регулировки вылета относительно уровня почвы нижних (почвенных) резцов 18, 10 (рис. 2.2, 2.3) на струге, должны применяться специальные системы управления рештачным ставом (базой струга) путём подъёма или опускания его завальной стороны относительно исходного (нормального) положения при помощи гидроцилиндров 12, 6.

Рештачный став струговых установок скользящего типа соединяется с гидродвигателями или механизмами передвижки крепи и воспринимает все усилия, возникающие при передвижке крепи и конвейера.

2.1.1.3 Исполнительные органы (струги) струговых установок комбинированного типа

Струг струговой установки комбинированного типа (рис. 2.4) имеет корпус 1 с подконвейерной плитой 2, которая при помощи прицепных устройств 6 соединяется с тяговой цепью 5, расположенной во внутренних каналах направляющих 7, закреплённых на завальной стороне рештачного става 4 и выполненных в виде кожуха. Направляющая 7 шарнирно соединена с опорной плитой 3, расположенной под рештачным ставом 4. Опорная плита 3 со стороны забоя имеет угольник 10, который опирается на почву и служит наклонной направляющей для корпуса 1 струга. Струги струговых установок комбинированного типа являются конструктивной комбинацией стругов струговых установок отрывного и скользящего типов.



- 1 – корпус; 2 – подконвейерная плита корпуса; 3 – опорная плита;
4 – рештачный став; 5 – тяговая цепь; 6 – прицепное устройство;
7 – направляющая; 8 – гидроцилиндр системы управления в вертикальной плоскости; 9 – съёмная опора; 10 – угольник опорной плиты;
11 – резец нижний (почвенный)

Рисунок 2.4 – Разрез по корпусу струга струговой установки ЗСКП комбинированного типа

Струг на подконвейерной плите 2 корпуса 1 при помощи тяговой цепи 5 перемещается по опорной плите 3. Направляющей базой при движении струга вдоль лавы является рештачный став 4 с направляющей 7. Опоры 9 подконвейерной плиты 2, которые взаимодействуют с направляющей 7 рештачного става при работе струга, выполняют съёмными с целью их замены по мере износа. Величина толщины стружки угля, снимаемой резцами струга с поверхности забоя при его работе, определяется вылетом в забой нижнего (почвенного) резца 11 относительно носка угольника 10 опорной плиты 3. Носок угольника 10 упирается в забой при передвижке рештачного става 4 (под действием усилия подачи P) вслед за проходом струга, что обеспечивает работу струга без отжатия рештачного става и стабильность толщины стружки (при условии равномерного прижатия носка угольника к забою).

За счёт наличия подконвейерной плиты 2 струг обладает хорошей устойчивостью, что позволяет увеличить высоту струга без применения дополнительных опорных устройств. Перемещение струга по опорной плите 3 снижает потери тягового усилия на трение и позволяет разрушать более прочные пласты угля с сопротивляемостью резанию до 300 кН/м в стабильной (неотжатой) зоне пласта. Расположение тяговой цепи струга во внутренних каналах направляющей, расположенной на завальной стороне рештачного става, обеспечивает безопасность, удобство и простоту выполнения работ при техническом обслуживании и ремонте цепи.

Дополнительное увеличение металлоёмкости конструкции в связи с наличием опорной плиты 3 под рештачным ставом 4, которая соединяется с гидропередвижчиком или механизмом передвижки крепи, компенсируется отсутствием отжатия рештачного става от забоя при проходе струга и уменьшением воздействия усилий передвижки крепи и конвейера на рештачный став, что наиболее важно при работе струговой установки с механизированными крепями агрегатированного типа.

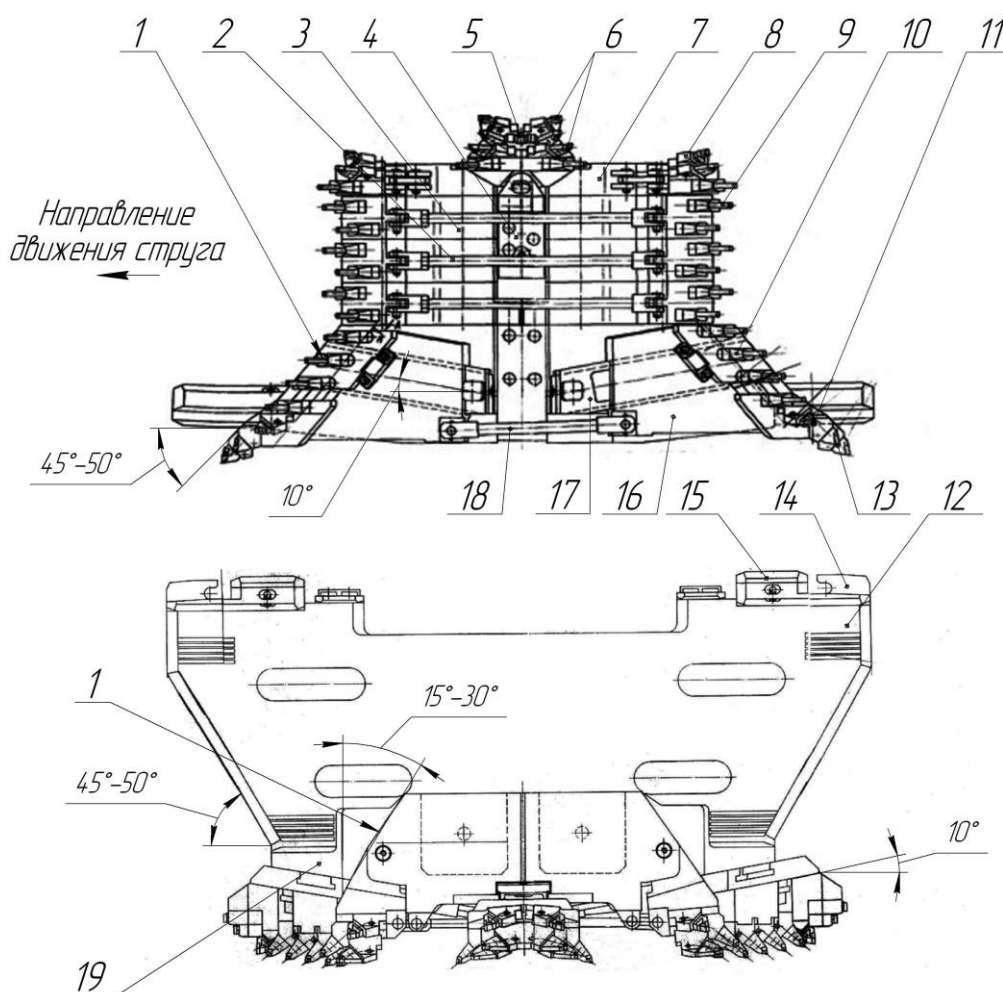
Подконвейерная плита 2 струга перемещается не по почве, а по опорной плите 3, имеющей угольник 10 у забоя, что не обеспечивает устойчивость струга в плоскости пласта и приводит к образованию «земника» или уходу струга в почву пласта.

Управление в вертикальной плоскости струговой установкой комбинированного типа производится за счёт регулировки вылета относительно почвы нижних (почвенных) резцов 11 на струге и гидроцилиндров 8 системы управления в вертикальной плоскости струговой установки путём подъема или опускания относительно исходного (нормального) положения завальной стороны опорной плиты 3.

К стругам струговых установок комбинированного типа относятся: ЗСКП (отечественный), «Гляйтшвертхобель» (Германия).

2.1.2 Конструктивные особенности исполнительных органов (стругов), работающих по челноковой схеме

Струги, работающие по челноковой схеме, имеют симметричную конструкцию. Все основные составные части (рис. 2.5) (крышки 7, съёмные проставки 3, державки 8, 9, 10, 11 и др.), расположенные на обеих боковых сторонах струга, аналогичны по конструкции и отличаются только зеркальным отражением друг друга.



- 1 – погрузочная поверхность струга; 2 – штанга; 3 – съёмная проставка; 4 – выдвижная стойка башни; 5 – башня; 6 – резцы верхней группы (башни); 7 – крышка; 8 – поворотный резцедержатель крышки; 9 – поворотный резцедержатель проставки; 10 – резцедержатель средний; 11 – резцедержатель нижний (почвенный); 12 – подконвейерная плита корпуса; 13 – резец нижний (почвенный); 14 – прицепное устройство; 15 – съёмная опора струга; 16 – плита подвижная; 17 – наклонная направляющая; 18 – толкатель; 19 – корпус

Рисунок 2.5 – Струг струговой установки ЗСКП комбинированного типа

При работе струга погрузка разрушенной горной массы на конвейер струговой установки производится корпусом 19 струга, который совместно с закреплёнными на нём резцедержателями 10, 11, съёмными проставками 3 и крышками 7 должен образовывать единую погрузочную поверхность 1 в виде лемеха. Струг должен обеспечивать эффективную погрузку разрушенной горной массы на конвейер с минимальным расходом тягового усилия на погрузку. Угол наклона погрузочной поверхности 1 корпуса 19 и закреплённых на нём резцедержателей 10, 11 должен составлять не более 50° относительно почвы, а боковые поверхности корпуса 19, проставок 3 и крышек 7 должны иметь уклон от 15° до 30° в сторону выработанного пространства.

Подконвейерная плита 12 струга должна иметь скосы под углом $45-50^\circ$ относительно линии забоя для обеспечения выноса штыба из зоны её движения, что исключает клинение струга. Аналогичные скосы должны иметь нижние захваты стругов струговых установок скользящего типа.

Наибольшая высота струга по мощности пласта при работе в конкретных условиях определяется наименьшей геологической мощностью угольного пласта, которая в условиях залегания пласта может меняться.

Струг (рис. 2.5) может оснащаться башней 5 с верхней (кровельной) группой резцов 6, направленных к кровле.

Башня 5 закрепляется на подвижной стойке 4, расположенной в центральной части корпуса и должна иметь возможность выдвигаться относительно верхней части корпуса (крышек 7) на высоту от 150 до 250 мм ступенчато или плавно при помощи винтовой пары, червячного механизма или других средств. Шаг ступенчатого выдвижения башни обычно принимают равным половине принятого шага резания, что в отечественных стругах составляет 30-40 мм.

Выдвижная башня обеспечивает точность и оперативность регулирования высоты струга при изменении мощности пласта.

При работе струга резцы, расположенные с одной боковой стороны струга (рабочей), разрушают забой и должны занимать рабочее положение по отношению к забою для эффективного разрушения угля и погрузки разрушенного угля на конвейер, а резцы, расположенные с противоположной по ходу струга боковой стороны (нерабочей), не участвуют в резании. При любом направлении движения струга резцы, расположенные на нерабочей боковой стороне струга, должны отводиться от забоя, а нижние и верхние резцы, дополнительно, от почвы или кровли, что исключает затирание задней стороны резцов о забой и снижает потери тягового усилия на трение и дополнительный износ резцов. При затирании неработающих резцов о забой они также ограничивают глубину внедрения в забой работающих резцов.

Левая боковая сторона струга – рабочая, а правая – нерабочая. В данной конструкции струга (рис. 2.5) башня 5, резцедержатели 8, 9 на крышках 7 и съёмных проставках 3 – поворотные.

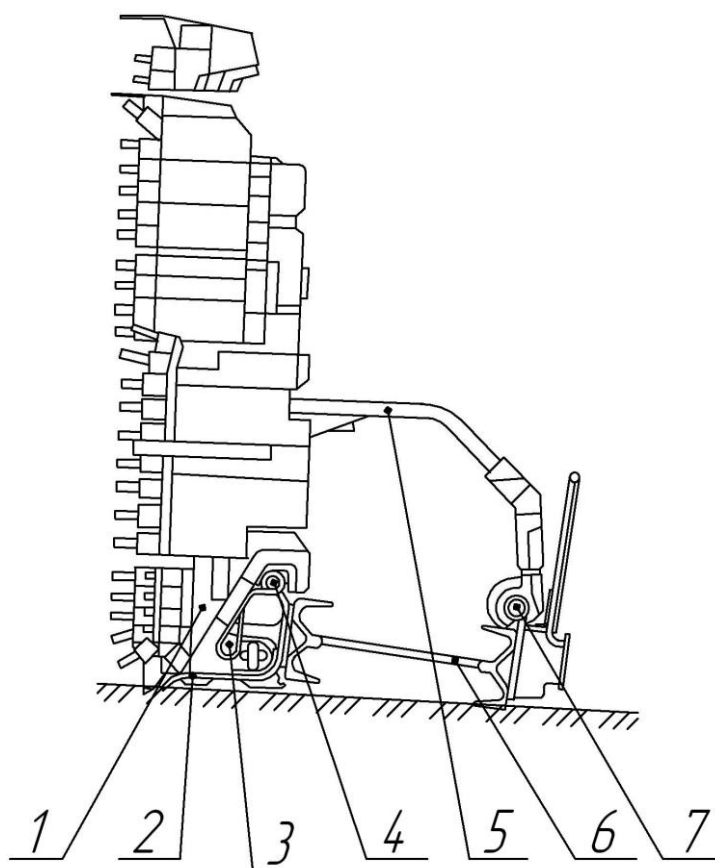
Резцедержатели 8, 9 закреплены шарнирно (в горизонтальной плоскости) с ограничением их поворота за счёт упора в корпус крышки или проставки, что обеспечивает установку резцов в рабочее положение и их отвод от забоя. Башня 5 шарнирно (с ограничением поворота) при помощи наклонной оси закреплена на выдвижной стойке 4, что обеспечивает отвод неработающих резцов 6 верхней группы от забоя и кровли. Стойка 4 ступенчато при помощи переустановки крепежных осей с шагом 40 мм может выдвигаться или сниматься при необходимости работы струга без башни.

Отвод нижних резцов 13 от забоя и почвы совместно с резцами на нижних 11 и средних 10 резцедержателях обеспечивается за счёт перемещения плиты 16 по наклонной Т-образной направляющей 17 корпуса 19. Парные резцедержатели 9 проставок и подвижные плиты 16, расположенные на обеих сторонах струга соединены жёсткими штангами 2 и толкателем 18, благодаря чему, при перемене направления движения струга, входящие в контакт с забоем группы резцов отводят от забоя резцедержатели с резцами на противоположной стороне струга. Таким образом, отвод резцов от забоя может производиться за счёт свободного или принудительного поворота или перемещения резцедержателей, что также обеспечивает замену державок по мере их износа.

2.1.3 Поперечная устойчивость исполнительных органов (стругов)

Наращивание высоты струга, несмотря на увеличение его массы, приводит к потере поперечной устойчивости. При неуравновешенности вертикальной составляющей сил резания весом струга и рештачного става струг отклоняется от забоя и приподнимает забойную сторону рештачного става, что приводит к постепенному подъёму струга к кровле. Особенно это характерно для стругов струговых установок скользящего типа, которые не имеют опорной подконвейерной плиты, что приводит к невозможности их работы на пластах с мощностью более 1,2 м.

Для обеспечения поперечной устойчивости струга (рис. 2.6) применяют дополнительную опорную направляющую 7, расположенную на завальной стороне рештачного става 6, на которую корпус 1 струга опирается при помощи портала 5.



1 – корпус струга; 2 – угольник; 3- нижняя опора наклонной направляющей;
 4 – верхняя опора наклонной направляющей; 5 – портал; 6 – решетчатый став;
 7 – дополнительная опора

Рисунок 2.6 – Струг «Гляйтхобель» струговой установки скользящего типа с порталом

Порталами оснащаются струги «Гляйтхобель» и «Компактхобель» серии КН (Германия). При применении порталов необходимо учитывать возможность ухудшения транспортирования горной массы конвейером (клиниение под порталом крупных кусков угля, скопление транспортируемой горной массы и др.), особенно в условиях пластов с малой мощностью.

2.1.4 Основные требования к конструктивному устройству исполнительных органов (стругов)

По результатам анализа конструкций и на основании накопленного опыта создания стругов можно определить основные требования, предъявляемые к конструкции стругов:

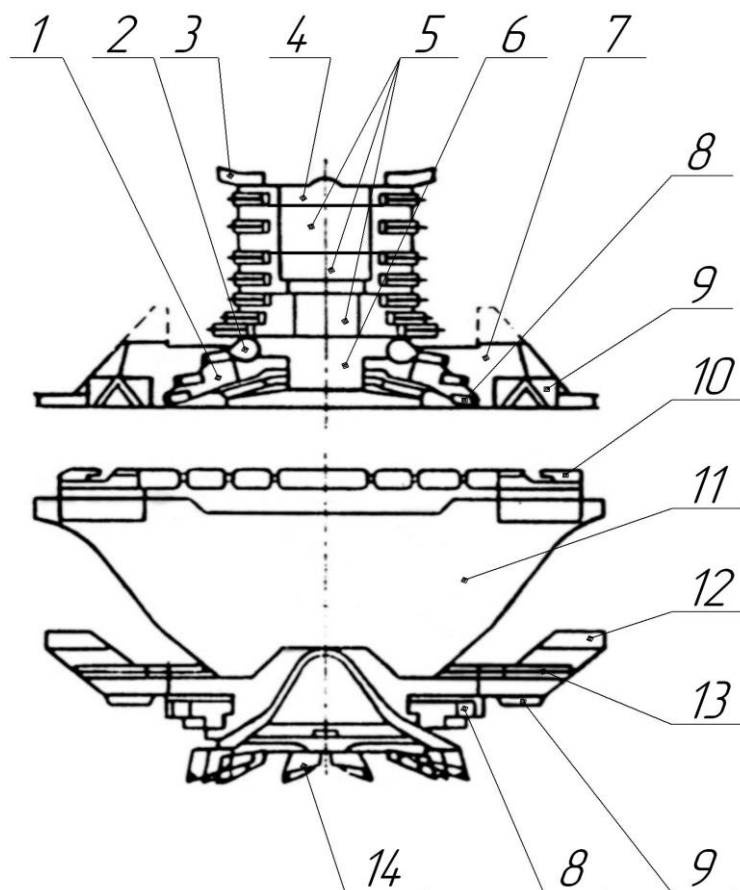
- обеспечивать надёжное внедрение резцов в забой;
- исключать затирание неработающих групп резцов о забой, почву и кровлю;
- иметь схему расположения резцов, обеспечивающую разрушение забоя с минимальными энергозатратами;

- иметь средства для изменения толщины стружки и вылета относительно уровня почвы нижнего резца;
- иметь минимальные потери тягового усилия на трение в опорах;
- обеспечивать эффективную погрузку всего разрушенного угля на конвейер с минимальными затратами тягового усилия на погрузку;
- иметь возможность осуществлять выемку пласта на полную его мощность;
- обеспечивать простоту и удобство выполнения работ при техническом обслуживании и ремонте;
- иметь простую и прочную конструкцию при минимальной стоимости.

2.1.5 Особенности конструктивного устройства исполнительных органов (стругов) струговых установок различных типов

2.1.5.1 Струги струговых установок отрывного типа

Струг «Компактхобель» КНН1 (рис. 2.7). Корпус 7 струга с подконвейерной плитой 11 образуют единое основание (моноблок), на котором закреплены все остальные составные части струга. Струг регулируется по высоте при помощи съёмных проставок 5 и крышки 4, закрепляемых на поворотной плите 6 корпуса 7. Для увеличения глубины подрезки верхней пачки угля в центральной части струга может устанавливаться дополнительный поворотный резцедержатель 14. За счёт поворотной в горизонтальной плоскости плиты 6 обеспечивается отвод от забоя неработающих резцов верхней и средней групп, закреплённых на крышке и проставках. За счёт поворотно в вертикальной плоскости нижнего резцедержателя 1, закреплённого на корпусе 7 при помощи наклонных осей, обеспечивается отвод от забоя и почвы нижних групп резцов.



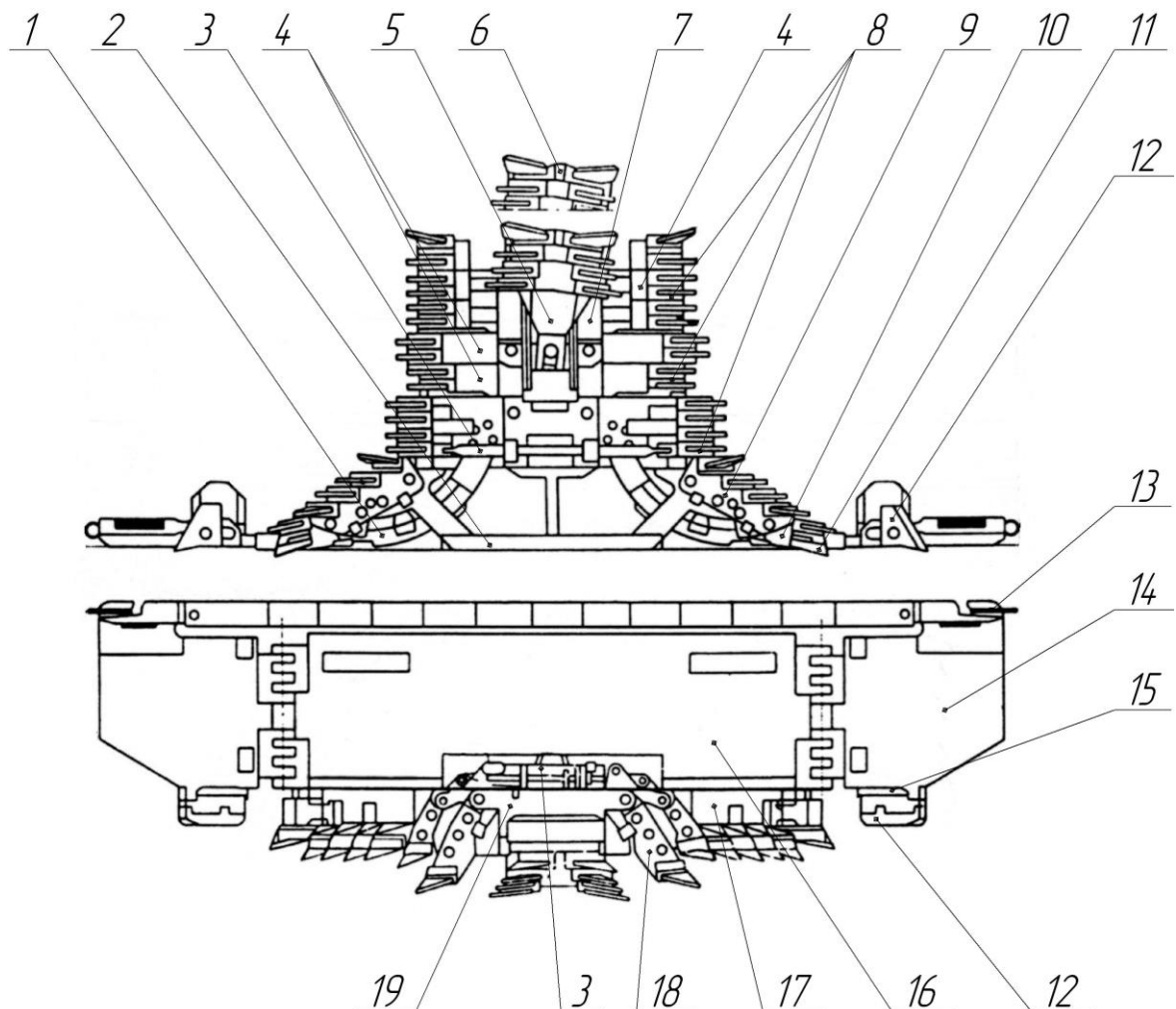
- 1- поворотный нижний резцедержатель; 2- эксцентрик упор;
 3 – резец верхний (подрезной); 4 – крышка; 5 – съёмные проставки;
 6 – поворотная плита корпуса; 7 – корпус; 8 – резец нижний (почвенный);
 9 – сменный ограничитель толщины стружки; 10 – прицепное устройство;
 11 – подконвейерная плита корпуса; 12 – зачистной резец;
 13 – съёмная опора струга; 14 – верхний поворотный резцедержатель

Рисунок 2.7 – Струг «Компактхобель» КНН1

Регулировка вылета нижнего (почвенного) резца 8 относительно уровня почвы производится ступенчато за счёт фиксированного поворота нижнего резцедержателя 1 при помощи переустановки эксцентрикового упора 2. При помощи широкого зачистного резца 12 обеспечивается опережающая зачистка поверхности почвы от угля и штыба в зоне движения корпуса 7 струга, что освобождает пространство для выхода штыба из зоны движения подконвейерной плиты 11. Прицепные устройства 10 выполнены в виде крюков, при помощи которых подконвейерная плита соединяется с тяговой цепью.

Струг «Райсхакенхобель» S3 (рис. 2.8) состоит из трёх секций, шарнирно соединенных между собой, что повышает его устойчивость и обеспечивает проходимость струга при неровной почве пласта. Корпус 17 с подконвейерной плитой 16 образуют основной корпус. С обеих сторон подконвейерная плита

16 основного корпуса шарнирно соединяется с крайними плитами 14. На крайних плитах 14 размещаются прицепные устройства 13, съёмные опоры 15 струга и сменные ограничители 12 толщины стружки. Остальные составные части струга размещаются на основном корпусе.



- 1 – поворотный дуговой сегмент; 2 – толкатель; 3 – штанга;
 4 – съёмные проставки; 5 – поворотная стойка башни; 6 – башня;
 7 – выдвижная стойка башни; 8 – поворотные резцедержатели;
 9 – резцедержатель средний; 10 – резцедержатель нижний; 11 – нижний
 (почвенный резец); 12 – сменный ограничитель толщины стружки;
 13 – прицепное устройство; 14 – плита крайняя; 15 – съёмная опора струга;
 16 – подконвейерная плита основного корпуса; 17 – корпус;
 18 – верхний поворотный резцедержатель; 19 – крышка

Рисунок 2.8 – Струг «Райсхакенхобель» S3

Струг регулируется по высоте ступенчато при помощи проставок 4 и выдвижной башни 6. Регулировка вылета нижних (почвенных) резцов 11 относительно почвы производится при помощи ступенчатой переустановки сменных (с различным вылетом) резцов в нижнем резцедержателе 10.

Ограничители толщины стружки 12 служат также элементами защищающими почву в зоне движения основного корпуса. Прицепные устройства 13 выполнены в виде соединительных крюков.

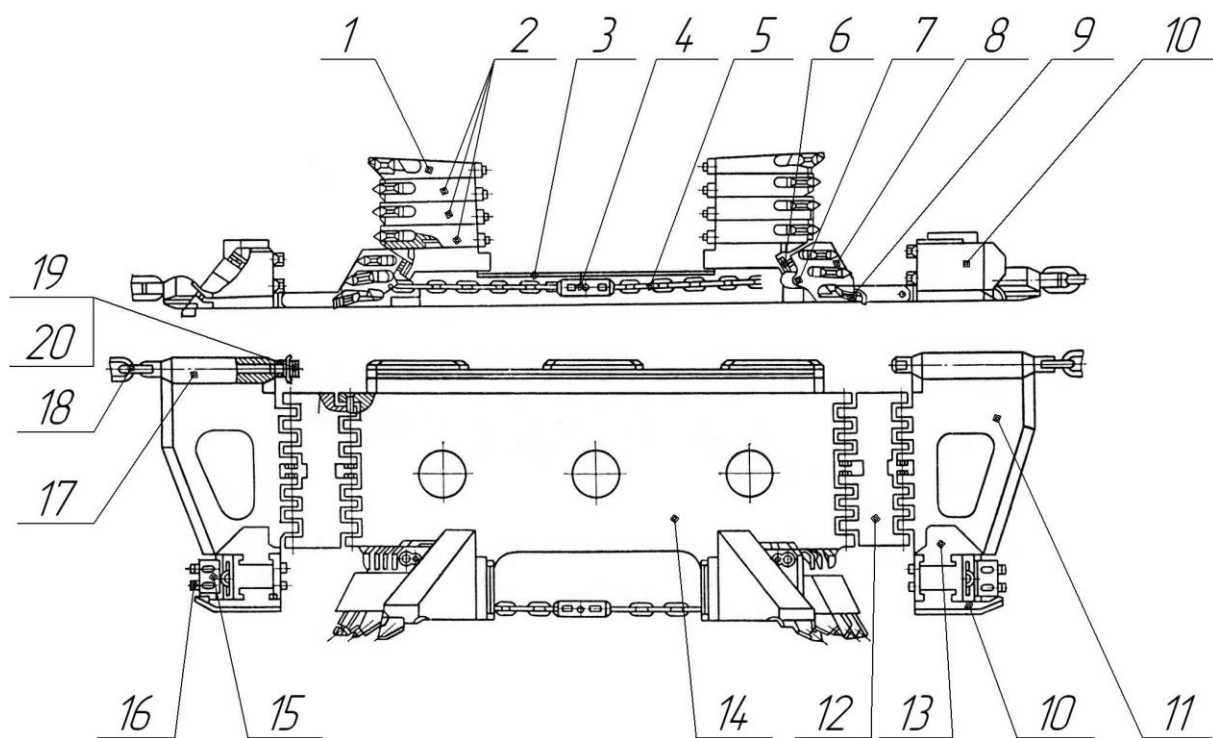
Ширина корпуса 17, которая определяет величину отжатия рештачного става от забоя, составляет 260 мм.

Струг струговой установки СО75М (рис. 2.9) состоит из пяти секций, шарнирно соединённых между собой, что при повышении опорной поверхности и устойчивости струга обеспечивает его проходимость по неровностям почвы пласта. Подконвейерная плита 14 основного корпуса 3 шарнирно соединяется через промежуточные плиты 12 с крайними плитами 11. На крайних плитах 11 размещаются прицепные устройства 17, съёмные опоры 13 струга и сменные ограничители 10 толщины стружки. Все группы резцов размещаются на основном корпусе.

Высота струга регулируется ступенчато при помощи съёмных проставок 2. Крышки 1 и проставки 2 соединяются с корпусом 4 и друг с другом на Т-образных направляющих и закрепляются болтами.

Отвод нижних групп резцов от забоя и почвы производится за счёт поворотных в вертикальной плоскости нижних резцедержателей 8, закреплённых на корпусе 3 при помощи наклонных осей 7. Нижние резцедержатели 8 соединены между собой гибкой (цепной) стяжкой 5, длина которой регулируется при помощи винтовой муфты 4.

При повороте нижнего резцедержателя за счёт трения о забой задней части неработающих резцов цепная стяжка обеспечивает дополнительное затягивание противоположного нижнего резцедержателя с рабочими резцами в правильное положение для разрушения угля и погрузки.



- 1 – крышка; 2 – съёмные проставки; 3 – основной корпус;
 4 – винтовая муфта цепной стяжки; 5 – цепная стяжка; 6 – винтовой упор;
 7 – ось крепления резцедержателя нижнего; 8 – поворотный нижний
 (почвенный) резцедержатель; 9 – резец нижний (почвенный);
 10 – сменный ограничитель толщины стружки; 11 – плита крайняя;
 12 – плита промежуточная; 13 – съёмная опора струга; 14 – подконвейерная
 плита основного корпуса; 15 – резцедержатель зачистной;
 16 – резцы зачистные; 17 – корпус прицепного устройства; 18 – тяга;
 19 – гайка; 20 – ось

Рисунок 2.9 – Струг струговой установки СО75М

Крышки и проставки не имеют поворотных резцедержателей. Резцы непосредственно закрепляются в резцедержателях, имеющих на крышках и проставках. Отвод неработающих групп резцов от забоя обеспечивается за счёт разворота основного корпуса струга боковой составляющей сил резания при работе струга. Данный способ отвода неработающих групп резцов упрощает конструкцию струга и применяется при выемке пластов малой мощности. При увеличении высоты струга данный способ не обеспечивает эффективного отвода не участвующих в резании резцов от забоя.

Регулировка вылета нижнего (почвенного) резца 9 относительно уровня почвы производится за счёт фиксированного поворота нижнего резцедержателя 8 при помощи винтового упора 6. Угол наклона нижнего резцедержателя 8 изменяется за счёт её поворота относительно наклонной оси

7, что при регулировке вылета нижнего (почвенного) резца 9 относительно уровня почвы приводит к изменению толщины стружки.

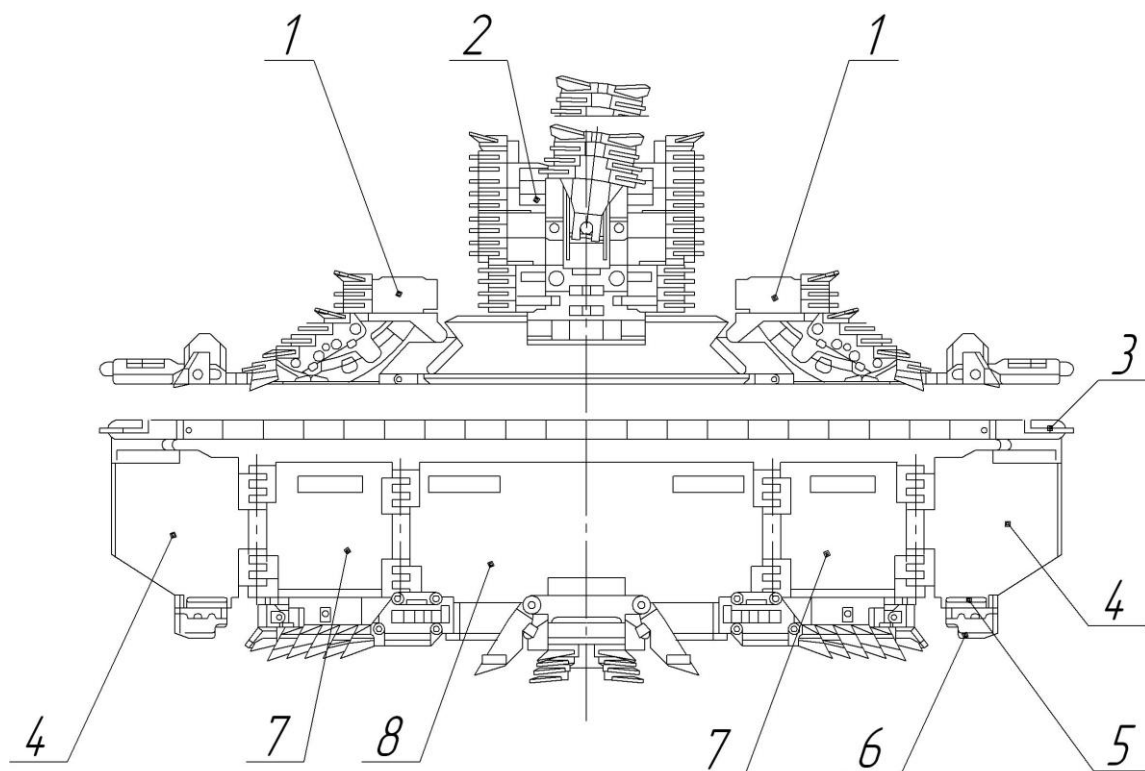
На крайних плитах 11 закреплены зачистные резцедержатели 15 с зачистными резцами 16, при помощи которых обеспечивается опережающая зачистка почвы в зоне движения основного корпуса 3 и погрузка на конвейер угля и штыба, выносимого подконвейерной плитой.

Крайняя плита 11 имеет корпус 17 прицепного устройства, который служит также направляющим элементом движущимся в цепном канале направляющей решетчатого става. В отверстие корпуса 17 прицепного устройства устанавливается тяга 18 и закрепляется гайкой 19, которая на тяге фиксируется осью 20. Проушина тяги при помощи соединительного звена соединяется с тяговой цепью струга. Совместно с корпусом тяга образует вертлюг, обеспечивающий осевое вращение тяговой цепи для исключения её перекрутов.

Струг «Райсхакенхобель» S2 (рис. 2.10) состоит из пяти секций, шарнирно соединённых друг с другом. На основном корпусе 8 размещается средний режущий блок 2, а на промежуточных секциях 7 – боковые режущие блоки 1. На крайних плитах 4 размещаются прицепные устройства 3, сменные ограничители 6 толщины стружки и съёмные опоры 5 струга.

При работе струга резцы нижнего блока 1 разрушают нижнюю часть пласта до почвы, а вслед за ними резцы среднего режущего блока 2 разрушают среднюю и верхнюю части пласта. Данная схема работы струга позволяет ослаблять забой, что уменьшает сопротивляемость пласта резанию и облегчает работу струга, а также обеспечивает более равномерную загрузку конвейера. В остальном конструкция струга аналогична стругу «Райсхакенхобель» S3 (рис. 2.8).

Подконвейерная плита струга перемещается по почве, что вызывает сильный износ шарнирных соединений её частей при работе многосекционных стругов (рис. 2.8 – 2.10).



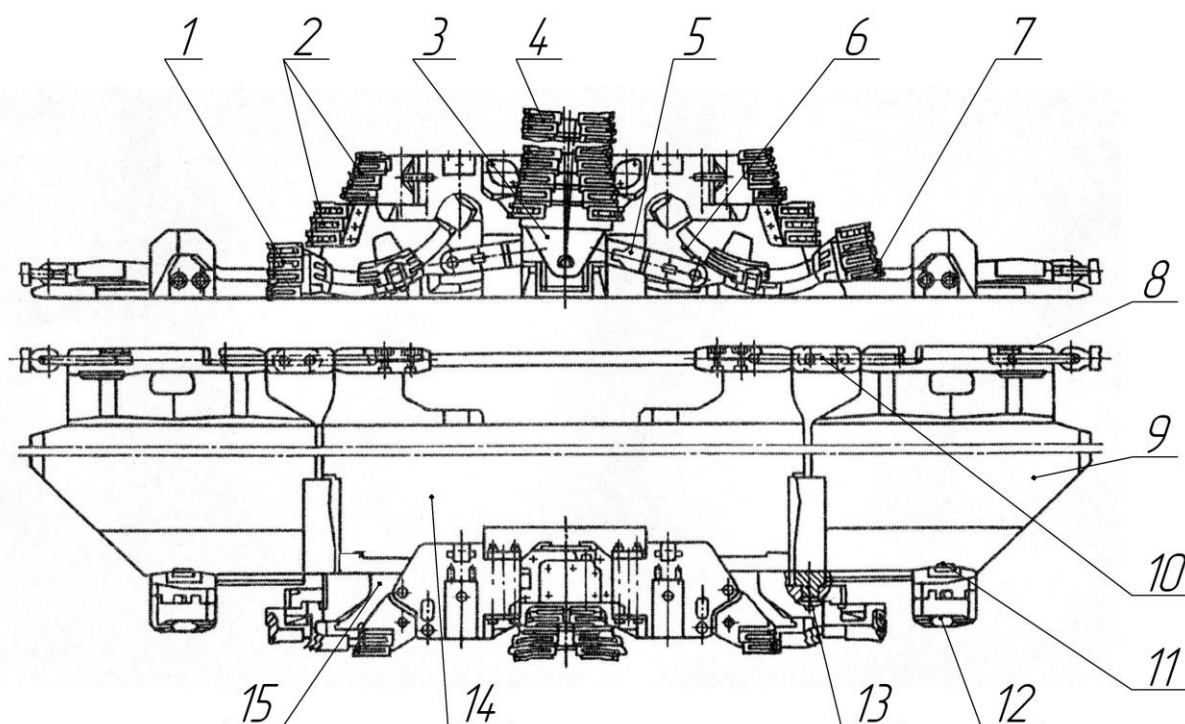
- 1 – боковые режущие блоки; 2 – средний режущий блок;
 3 – прицепное устройство; 4 – плита крайняя; 5 – съёмная опора струга;
 6 – сменный ограничитель толщины стружки; 7 – средняя секция;
 8 – основной корпус

Рисунок 2.10 – Струг «Райсхакенхобель» S2

Струг «Райсхакенхобель» S4 (рис. 2.11) состоит из трёх секций. Подконвейерная плита 14 основного корпуса 15 вместо скользящих по почве шарниров соединена с крайними плитами 9 при помощи шарнирных соединений 10, 13, расположенных в цепном канале направляющей рештчатного става с завальной стороны струга и в корпусе 15 струга с забойной стороны струга. Все группы резцов расположены на основном корпусе 15. На крайних плитах 9 размещены прицепные устройства 8, сменные ограничители 12 толщины стружки и съёмные опоры 11 струга. Ширина корпуса струга составляет 260 мм.

Поворотные в горизонтальной плоскости резцедержатели 2 средней группы резцов обеспечивают отвод неработающих групп резцов от забоя. Регулировка высоты струга производится при помощи выдвигной башни 4, расположенной в центральной части корпуса. Регулировка высоты башни производится плавно при помощи червячного механизма с фиксацией необходимого положения башни за счёт переустановки крепёжных осей. Поворотная в вертикальной плоскости стойка 3 башни 4 обеспечивает отвод неработающих резцов верхней группы от забоя и кровли. Отвод от забоя и

почвы нижней (почвенной) группы резцов обеспечивается за счёт поворота дуговых сегментов 6, на которых закреплены нижние (почвенные) резцедержатели 1.



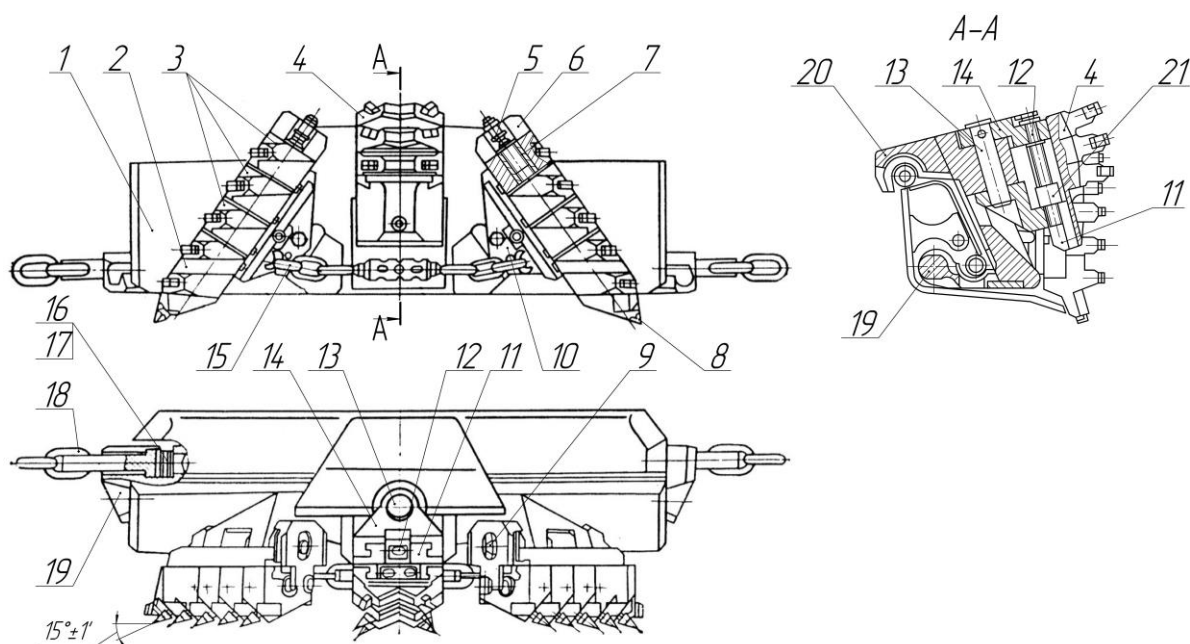
1- нижние (почвенные) резцедержатели; 2 – резцедержатели средние;
 3 – поворотная стойка башни; 4 – башня; 5 – толкатель; 6 – дуговой поворотный сегмент; 7 – нижний (почвенный) резец; 8 – прицепное устройство; 9 – плита крайняя; 10 – шарнирное соединение в цепном канале;
 11 – съёмная опора струга; 12 – сменный ограничитель толщины стружки;
 13 – шарнирное соединение в корпусе струга; 14 – подконвейерная плита основного корпуса; 15 – основной корпус

Рисунок 2.11 – Струг «Райсхакенхобель» S4

Поворот сегментов производится принудительно при помощи толкателей 5, которые через встроенный эксцентриковый механизм взаимодействуют с поворотной стойкой 3 башни 4. При помощи переустановки положения эксцентрика производится ступенчатая регулировка вылета нижнего (почвенного) резца 7 относительно уровня почвы без изменения толщины стружки.

2.1.5.2 Струги струговых установок скользящего типа

Струг струговой установки СН75 (рис. 2.12). Все составные части струга смонтированы на корпусе 1, который имеет верхние 20 и нижние 19 захваты. Высота струга регулируется выдвижной башней 4, расположенной в центральной части корпуса 1. Башня 4 закреплена на выдвижной стойке 11, которая подвижно на Т-образных направляющих соединена с поворотным в горизонтальной плоскости корпусом 14 башни.



1 – корпус струга; 2 – резцедержатель нижний (почвенный); 3 – резцедержатель средний (линейные); 4 – башня; 5 – винт регулировочный; 6 – кронштейн; 7 – ползун; 8 – резец нижний (почвенный); 9 – ось; 10 – поворотный боковой корпус; 11 – выдвижная стойка башни; 12 – винт; 13 – ось; 14 – поворотный корпус башни; 15 – цепная стяжка; 16 – сухарь; 17 – штифт пружинный; 18 – тяга; 19 – нижний захват корпуса; 20 – верхний захват корпуса; 21 – гайка

Рисунок 2.12 – Струг струговой установки СН75

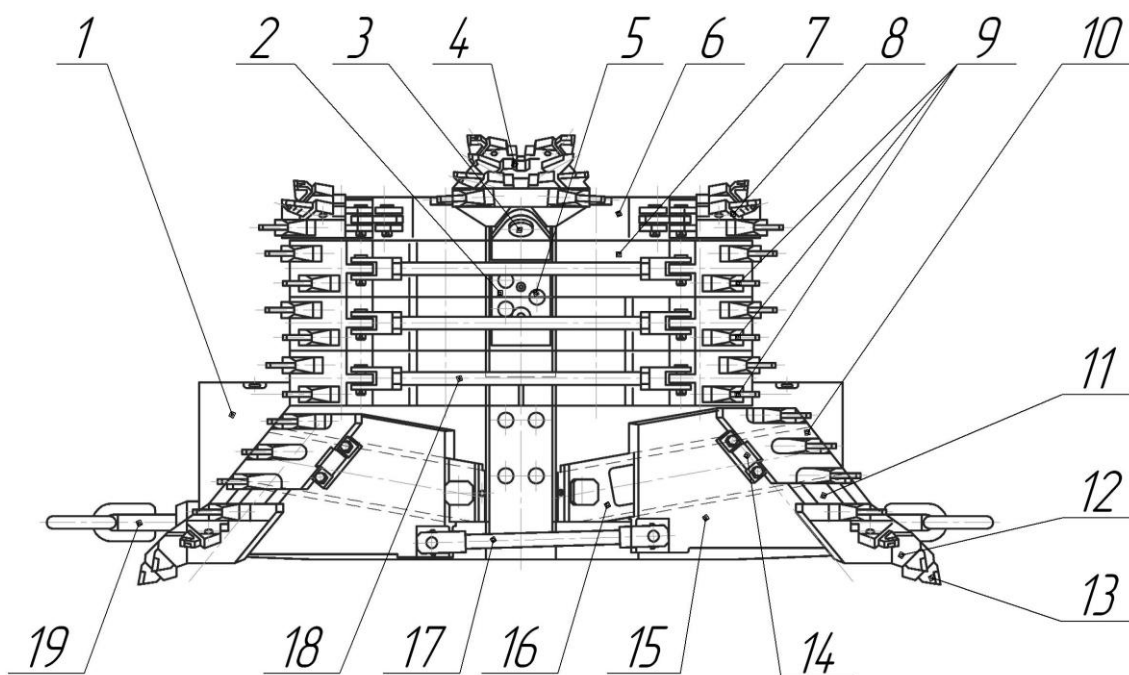
За счёт поворотного корпуса 14, закреплённого на корпусе 1 струга при помощи наклонной оси 13, обеспечивается отвод неработающих резцов верхней группы от забоя и кровли. Регулировка высоты башни производится плавно при помощи винта 12, который ввёрнут в гайку 21, закреплённую на выдвижной стойке 11. Верхняя шейка винта 12 с возможностью осевого вращения закреплена на поворотном корпусе 14, что позволяет при вращении головки винта 12 плавно перемещать выдвижную стойку 11 вместе с башней 4 с последующей фиксацией необходимого положения башни при помощи шплинтовки головки винта 12. Съёмные (нижние) 2 и средние (линейные) 3 резцедержатели закреплены на поворотных в горизонтальной плоскости

боковых корпусах 10. За счёт поворотных боковых корпусов, закреплённых на корпусе 1 при помощи наклонных осей 9 и соединённых между собой цепной стяжкой 15, обеспечивается принудительный отвод неработающих резцов нижней и средней групп от почвы и забоя.

Регулировка вылета нижнего (почвенного) резца 8 относительно уровня почвы производится плавно за счёт перемещения всего блока резцедержателей 2, 3 по Т-образным направляющим на боковых корпусах 10 при помощи регулировочного винта 5. Винт 5 ввёрнут в подвижный ползун 7, на котором закреплены резцедержатели 2, 3 при помощи крепёжных осей. Верхняя шейка регулировочного винта 5 (с возможностью осевого вращения) закреплена в пазу кронштейна 6 бокового корпуса 10, что при вращении головки винта позволяет плавно перемещать резцедержатели 2, 3 с последующей фиксацией необходимого положения при помощи шплинтовой головки регулировочного винта 5.

Соединение струга с тяговой цепью производится при помощи тяг 18. Тяга 18 через паз устанавливается в отверстие нижнего захвата 19 и закрепляется сухарём 16 и пружинным штифтом 17. Проушина тяги 18 при помощи соединительного звена соединяется с тяговой цепью струга. Закладные тяги обеспечивают удобство выполнения работ при техническом обслуживании и ремонте тяговой цепи, находящейся у забоя в наклонных направляющих струга.

Струг струговой установки СН96 (рис. 2.13) регулируется по высоте ступенчато при помощи съёмных проставок 7 и выдвижной башни 4, расположенной в центральной части корпуса 1. Регулировка высоты башни 4 производится ступенчато при помощи переустановки крепёжных осей 5 выдвижной стойки 2. Отвод от забоя и кровли верхних групп резцов обеспечивается за счёт поворотной башни 4 и поворотных резцедержателей 8, закреплённых на крышках 6. Резцы средней (линейной) группы отводятся от забоя за счёт принудительного поворота резцедержателей 9, закреплённых на проставках 7 и соединённых между собой штангами 18. Резцы нижней группы, закреплённые на нижнем резцедержателе 12 совместно с резцами средней группы, закреплёнными на среднем резцедержателе 10, принудительно отводятся от забоя и почвы за счёт перемещения подвижных плит 15 по наклонным направляющим 16 корпуса 1 и соединённых между собой толкателем 17. Средний 10 и нижний 12 резцедержатели закрепляются на плите 16 при помощи Т-образной направляющей 11, что обеспечивает их замену по мере износа.



- 1 – корпус; 2 – выдвижная стойка башни; 3 – ось крепления башни;
 4 – поворотная башня; 5 – крепёжные оси выдвижной стойки; 6 – крышка;
 7 – съёмная проставка; 8 – поворотный резцедержатель крышки;
 9 – поворотные резцедержатели проставок; 10 – резцедержатель средний;
 11 – направляющая; 12 – резцедержатель нижний (почвенный);
 13 – резец нижний (почвенный); 14 – съёмный упор; 15 – подвижная плита;
 16 – наклонная направляющая; 17 – толкатель; 18 – штанга;
 19 – тяга прицепного устройства

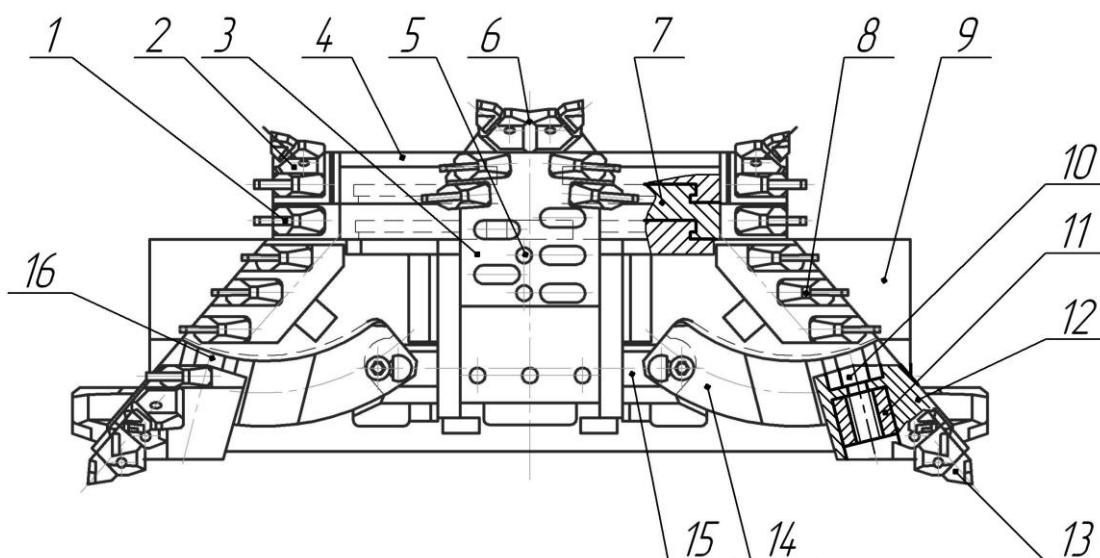
Рисунок 2.13 – Струг струговой установки СН96

Средний резцедержатель 10 закреплена на плите 15 неподвижно при помощи съёмного упора 14.

Регулировка вылета нижнего (почвенного) резца 13 относительно уровня почвы производится плавно за счёт перемещения нижнего резцедержателя 12 по направляющей 11 при помощи регулировочного винта аналогично, как на струге СН99.11 (рис. 2.14).

Соединение струга с тяговой цепью производится при помощи закладной тяги 19 аналогично, как на струге СН75 (рис. 2.12).

Струг СН99.11 (рис. 2.14) регулируется по высоте ступенчато при помощи съёмных проставок 7 и выдвижной башни 6. Отвод резцов верхней группы от забоя и кровли и резцов средней группы от забоя обеспечивается поворотной башней 6 и поворотными резцедержателями 1, 2, 8, закреплёнными на съёмных проставках 7, крышках 4 и корпусе 9. Отвод нижней (почвенной) группы резцов обеспечивается за счёт принудительного перемещения дуговых сегментов 14, соединённых между собой тягой 15.



- 1 – поворотный резцедержатель проставки; 2 – поворотный резцедержатель крышки; 3 – выдвижная стойка башни; 4 – крышка; 5 – крепёжные оси выдвижной стойки; 6 – поворотная башня; 7 – съёмная проставка; 8 – поворотный резцедержатель средний; 9 – корпус; 10 – регулировочный винт; 11 – ползун; 12 – резцедержатель нижний (почвенный); 13 – резец нижний (почвенный); 14 – дуговой поворотный сегмент; 15 – толкатель; 16 – направляющая; 17 – прицепное устройство

Рисунок 2.14 – Струг СН99.11

Сегменты установлены в корпусе 9 на Т-образных направляющих, которые имеют соответствующую дуговую форму и позволяют при незначительном перемещении нижнего резцедержателя 12 вдоль корпуса обеспечить эффективный подъём нижнего резца 13 над почвой.

Регулировка вылета нижнего (почвенного) резца 13 относительно уровня почвы производится плавно за счёт перемещения нижнего (почвенного) резцедержателя 12 по направляющей 16, расположенной на сегменте 14, при помощи регулировочного винта 10. Регулировочный винт 10 ввёрнут в ползун 11, который соединён с направляющей 16, а верхняя шейка винта 10 установлена в пазе резцедержателя 12.

В зависимости от исполнения струга соединение его с тяговой цепью производится при помощи крюков или тяг (рис. 2.9).

Струг струговой установки СН.06 (рис. 2.2) аналогичен по конструкции со стругом СН99.11 в соответствии с рисунком 2.14. Регулировка струга по высоте производится только при помощи съёмных проставок, а прицепные устройства выполнены в виде соединительных крюков.

Струги «Гляйтхобель» серии GH9-30v (рис. 2.15).

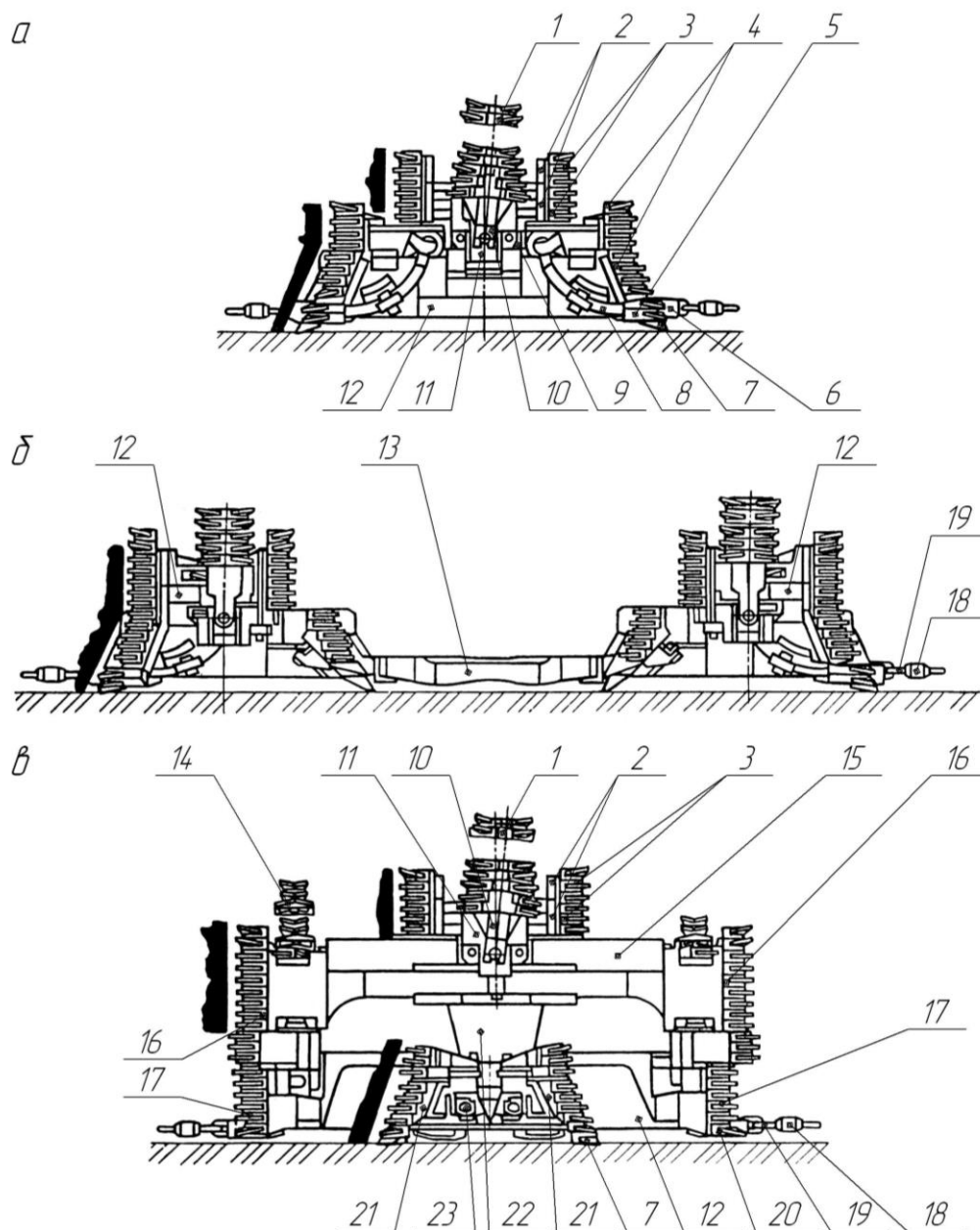
В стругах 2 GN9-30v 2.1 (рис. 2.15, в) нижние резцедержатели 20 закрепляются в средней части корпуса 12, а режущие блоки 17 – на боковых сторонах корпуса 12. При работе струга зарубной резец 20 совместно с остальными резцами бокового блока 17 производят опережающее разрушение забоя и погрузку разрушенного угля на решетчатый став, что облегчает работу почвенного резца 7 и других резцов, расположенных на нижнем резцедержателе 21 и разрушающих нижнюю часть пласта до почвы.

За счёт поворотных в вертикальной плоскости нижних резцедержателей 21, закреплённых на корпусе 12 при помощи наклонных осей 23, обеспечивается отвод от забоя и почвы нижней группы резцов.

Регулировка вылета нижнего (почвенного) резца 7 относительно почвы производится за счёт фиксированного поворота нижнего резцедержателя 21 относительно оси 23 по наклонной поверхности корпуса 12, что приводит к изменению толщины стружки. Увеличенная длина корпуса 12 улучшает поперечную устойчивость струга, что позволяет увеличивать его высоту за счёт установки дополнительных верхних боковых режущих блоков 16, соединённых между собой балкой 15, которые образуют жёсткую рамную конструкцию. Высота струга в центральной части верхней балки 15 регулируется при помощи выдвижной поворотной башни 1 и съёмных проставок 2 с поворотными резцедержателями 3, а на верхних боковых блоках 16 – при помощи выдвижных поворотных резцовых надставок 14.

При установке верхней балки 15 погрузка на конвейер угля, разрушенного резцами нижних резцедержателей 21, производится через пространство между корпусом 12 и верхней балкой 15, что снижает эффективность погрузки, особенно в концевых частях лавы. Для обеспечения поперечной устойчивости струга в центральной части верхней балки 15 закрепляется портал 22, при помощи которого струг опирается на дополнительную опору, расположенную на завальной стороне решетчатого става в соответствии с рисунком 2.6.

Струги типа 4 GN9-30v 4.3 (рис. 2.15, а) регулируются по высоте ступенчато при помощи съёмных проставок 2 и выдвижной башни 1, расположенной в центральной части корпуса 12. Все группы резцов расположены на едином корпусе 12. Отвод от кровли и забоя неработающих резцов верхней группы производится за счёт поворотной стойки 10, на которой закреплена башня 1. Поворотные резцедержатели 3, 4, закреплённые на съёмных проставках и корпусе 12 обеспечивают отвод неработающих резцов средней (линейной) группы от забоя. Отвод от почвы и забоя резцов нижней группы, закреплённых на нижнем (почвенном) резцедержателе 5 производится за счёт принудительного поворота дуговых сегментов 8 при помощи толкателей 9, которые взаимодействуют с поворотной стойкой 10 башни через встроенный эксцентриковый механизм. Регулировка вылета нижнего (почвенного) резца 7



а – струг типа 4 GN9-30v 4.3; б – струг типа 4 GN9-30v 4.1/4.2;
в – струг типа 2 GN9-30v 2.1

- 1 – выдвижная башня; 2 – съёмные проставки; 3 – поворотные резцедержатели съёмных проставок; 4 – поворотные резцедержатели корпуса;
5 – резцедержатель нижний (почвенный); 6 – прицепное устройство; 7 – резец нижний (почвенный); 8 – поворотный дуговой сигмент; 9 – толкатель;
10 – поворотная стойка башни; 11 – выдвижная стойка башни; 12 – корпус;
13 – опорная лыжа; 14 – боковые поворотные резцовые надставки;
15 – верхняя балка; 16 – верхний боковой режущий блок; 17 – нижний боковой режущий блок; 18 – вертлюг; 19 - тяговая цепь; 20 – зарубной резец; 21 – нижний поворотный резцедержатель; 22 – портал;
23 – ось крепления нижнего резцедержателя

Рисунок 2.15 – Струги Гляйтхобель серии GN9-30v

относительно уровня почвы без изменения толщины стружки производится ступенчато при помощи переустановки эксцентрика аналогично, как на струге «Райсхакенхобель» S4 в соответствии с рисунком 2.11.

Моноблочные струги типа 4 GH9-30v 4.3 (рис. 2.15, а) применяют при выемке пластов с малой мощностью, где обеспечивается поперечная устойчивость струга без применения опорного портала. При необходимости увеличения поперечной устойчивости моноблочные струги могут оснащаться дополнительной опорной направляющей, расположенной на забойной стороне рештачного става выше верхней опоры наклонной направляющей струга.

Струги типа 4 GH9-30v 4.1/4.2 (рис. 2.15, б) состоят из двух корпусов 12, соединённых между собой при помощи опорной лыжи 13. За счёт увеличения по длине опорной базы струга обеспечивается его устойчивость при работе, что позволяет увеличить высоту струга. Шарнирное соединение корпусов 12 с опорной лыжей 13 обеспечивает проходимость струга при неровной почве пласта. При помощи сменных опорных лыж 13 можно увеличить длину струга.

Для обеспечения поперечной устойчивости струга боковые корпуса 12 могут соединяться дополнительной верхней балкой с порталом (рис. 2.15, в). Разрушение угольного пласта и погрузка разрушенной горной массы на рештачный став производится группами резцов, расположенными на боковых корпусах, поэтому верхняя балка не оснащается режущими блоками. Для уменьшения длины ниш в стругах типов 2 и 4 (рис. 2.15, б, в) прицепные устройства размещаются в средней части корпуса 12 струга.

Прицепные устройства стругов выполнены в виде соединительных крюков, при помощи которых струг соединяется с тяговой цепью 19. В тяговой цепи 19 устанавливается вертлюг 18, который обеспечивает осевое вращение тяговой цепи и исключает её перекруты.

2.1.5.3 Струги струговых установок комбинированного типа

Струг струговой установки ЗСКП (рис. 2.5) является комбинацией конструкций стругов струговых установок «Компактхобель» КНН1 отрывного типа и СН96 скользящего типа (рис. 2.7 и 2.13).

Струг «Гляйтшwertхобель» является комбинацией конструкций стругов «Райсхакенхобель» S3 отрывного типа и «Гляйтхобель» GH9-30v4.3 скользящего типа (рис. 2.8 и 2.15, а).

Подконвейерная плита струга «Гляйтшwertхобель» состоит из трёх секций, шарнирно соединённых между собой. На среднем основном корпусе струга размещены группы резцов аналогично стругу «Гляйтхобель» GH9-30v 4.3.

2.1.6 Специфические особенности конструктивного устройства исполнительных органов (стругов)

Проходимость струга по неровной почве пласта обеспечивается за счёт единой (моноблочной) конструкции корпуса (рис. 2.5; 2.7; 2.12 – 2.15, а), длина

которого определяется длиной решетки конвейера. В стругах, имеющих подконвейерную плиту, проходимость по неровной почве обеспечивается за счет шарнирного соединения секций подконвейерной плиты (рис. 2.8 – 2.11). В двухкорпусных стругах струговых установок скользящего типа, не имеющих подконвейерной плиты, проходимость по неровной почве обеспечивается шарнирным соединением корпусов струга при помощи опорной лыжи (рис. 2.15 б). В стругах «Компактхобель» КН2 и КН3, имеющих, соответственно, два и три корпуса, проходимость обеспечивается за счёт шарнирного соединения корпусов струга между собой.

Управление стругом в вертикальной плоскости (сход с «земника», выход из почвы) обеспечивается за счёт изменения вылета нижнего (почвенного) резца относительно уровня почвы на величину не менее 20 мм ниже и не менее 10 мм выше уровня почвы. Средства регулирования вылета относительно уровня почвы нижнего (почвенного) резца должны обеспечивать удобство и оперативность выполнения работ при управлении стругом.

Изменение вылета нижнего (почвенного) резца обеспечивается:

- при помощи переустановки сменных (с различным вылетом) резцов в нижней (почвенной) державке – в стругах «Райсхакенхобель» S2, S3 (рис. 2.8; 2.10);

- фиксированным поворотом нижнего (почвенного) резцедержателя, шарнирно закрепленного на корпусе струга, при помощи переустановки эксцентрикового упора – в стругах «Компактхобель» серии КН и КНН1 (рис. 2.3 и 2.7), «Гляйтхобель» GN9-30v 2.1 (рис. 2.15, в);

- винтовым упором – в струге СО75М (рис. 2.9);

- плавным перемещением по направляющим нижнего (почвенного) резцедержателя при помощи винтовой пары – в стругах ЗСКП, СН75, СН96, СН99.11 (рис. 2.5, 2.12 – 2.14).

- фиксированным поворотом дуговых сегментов при помощи переустановки эксцентрика – в стругах «Райсхакенхобель» S4 (рис. 2.11) и «Гляйтхобель» GN9-30v (рис. 2.15, а, б).

Изменение вылета нижнего (почвенного) резца относительно уровня почвы за счет фиксированного поворота нижнего (почвенного) резцедержателя относительно наклонной оси производится с изменением толщины стружки. Остальные, указанные выше способы и средства, позволяют производить изменение вылета нижнего (почвенного) резца относительно уровня почвы без изменения толщины стружки.

В связи со многими отрицательными последствиями (клинение струга, срабатывание предохранительных устройств приводов струга, порывы тяговой цепи в связи с превышением величины расчетного тягового усилия, сильный износ резцов и резцедержателей и др.) присечку кровли или почвы даже тогда, когда крепость породы позволяет разрушать её вместе с углем при работе

струга, применяют в исключительных случаях (при преодолении местных утонений пласта, местных изменений гипсометрии залегания пласта и др.) Регулировка высоты струга производится ступенчато при помощи съёмных проставок, которые должны надёжно закрепляться на корпусе струга и между собой. В отечественных стругах (рис. 2.9 и 2.14) съёмные проставки соединяются с корпусом струга и между собой при помощи Т-образных направляющих и закрепляются болтами или крепежными осями.

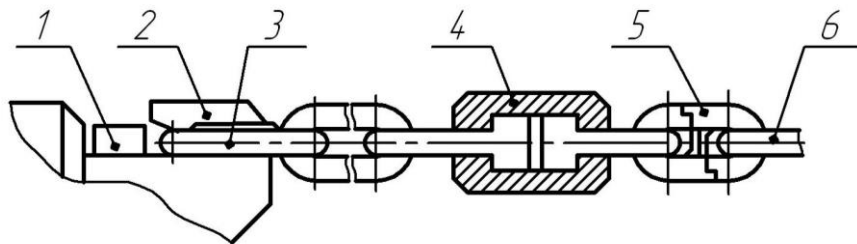
Резцы верхней (кровельной) группы производят предварительную подрезку верхней пачки угля, что способствует её обрушению и обеспечивает условия для крепления призабойного пространства по мере подвигания забоя на ход гидродвигателя или механизма передвижки крепи. Для обеспечения точности и оперативности регулировки высоты струга применяют выдвижную башню, расположенную в центральной части струга, на которой закрепляются резцы верхней (кровельной) группы. Регулировка высоты башни производится ступенчато (с шагом 30-40 мм) за счёт переустановки крепёжных осей на выдвижной стойке башни (струги ЗСКП; «Райсхакенхобель» S3, S2; СН96; СН99.11, рис. 2.5; 2.8; 2.10; 2.13; 2.14) или плавно при помощи винтовой пары (струг СН75, рис. 2.12). На струге «Райсхакенхобель» S4 (рис. 2.11) регулировка высоты башни производится при помощи червячного механизма с последующей фиксацией необходимого положения башни за счёт переустановки крепёжных осей на выдвижной стойке. Для регулировки высоты струга, имеющего боковые режущие блоки (струг «Гляйтхобель» GH9-30v2.1, рис. 2.15, в) и предназначенного для выемки мощных пластов, помимо съёмных проставок и выдвижной башни, расположенных в центральной части струга, применяют дополнительные боковые выдвижные резцовые надставки.

Успешное применение стругов для выемки пластов с большой мощностью зависит от свойств угольного пласта. Наличие породных прослоек, повышенная сопротивляемость угля резанию позволяют стругу при работе снимать стружку с забоя небольшой толщины, величина которой ограничивается расчетным тяговым усилием струговой установки. Кроме этого при увеличении высоты струга не обеспечивается его поперечная устойчивость (см. п. 2.1.3). Струги, имеющие подконвейерную плиту (рис. 2.1 и 2.4), обладают хорошей устойчивостью и позволяют увеличивать их высоту без применения дополнительных опорных средств. Струги струговых установок скользящего типа (рис. 2.2 и 2.3), не имеющие подконвейерной опорной плиты, оснащаются дополнительными опорами, расположенными на завальной стороне рештачного става, на которую струг опирается при помощи портала (рис. 2.6). Однако в полной мере поперечная устойчивость порталных стругов обеспечивается с одновременным увеличением длины опорной базы струга (рис. 2.15, б, в). Устойчивость стругов струговых установок скользящего типа, имеющих моноблочную конструкцию корпуса, зависит от высоты наклонной

направляющей. В стругах «Гляйтхобель» GN9-30v 4.3 (рис. 2.15, а) устойчивость обеспечивается за счёт дополнительной опорной направляющей, расположенной на забойной стороне решетчатого става выше верхней опоры наклонной направляющей струга.

Конструкция прицепных устройств струга должна обеспечивать: надёжность соединения с тяговой цепью, прочность, простоту и удобство выполнения работ при техническом обслуживании и ремонте и осевое вращение тяговой цепи для исключения её перекрутов.

Осевое вращение тяговой цепи обеспечивается за счёт применения вертлюгов. Вертлюгами (рис. 2.9 и 2.12) служат тяги 18, которые имеют проушину для соединения с тяговой цепью. Прицепное устройство (рис. 2.16), имеющее форму крюка 2, упрощает соединение и рассоединение тяговой цепи 6 при техническом обслуживании и ремонте и широко применяется на стругах. Ширина захвата крюка 2 должна обеспечивать прочность соединения, поэтому для соединения крюка 2 с тяговой цепью 6 применяют специальные усиленные удлинённые звенья цепи 3.



1 – легкосъёмный упор; 2 – крюк прицепного устройства; 3 – удлинённое звено цепи; 4 – вертлюг; 5 – соединительное звено; 6 – тяговая цепь

Рисунок 2.16 – Соединение крюка прицепного устройства с тяговой цепью

В тяговой цепи 6 должен устанавливаться вертлюг 4 для обеспечения осевого вращения цепи. Тяговая цепь соединяется с вертлюгом 4 или проушиной тяги при помощи соединительного (разборного) звена 5. Для исключения отсоединения удлинённого звена цепи 3 от крюка 2 при работе струга ход звена в прицепном устройстве должен быть ограничен, например, при помощи легкосъёмного упора 1 или других средств.

Уменьшение длины ниш достигается за счёт моноблочной конструкции корпуса струга (рис. 2.5; 2.7; 2.12 – 2.15, а). В стругах, имеющих удлинённые корпуса (рис. 2.15, б, в) уменьшение длины ниш достигается за счёт размещения прицепных устройств в средней части корпуса струга.

В стругах струговых установок отрывного типа (рис. 2.1) толщина стружки, снимаемой стругом, регулируется в зависимости от сопротивляемости пласта резанию и максимального усилия тяговой цепи струга при помощи

сменных (различной толщины) ограничителей б толщины стружки, скользящими по забой. Ограничители толщина стружки не должны внедряться в забой, что является важным условием для обеспечения постоянства толщины стружки и сохранения прямолинейности забоя лавы. Внедрение ограничителей стружки в забой приводит к заклиниванию струга, срабатыванию предохранительных устройств приводов струга и обрывам тяговой цепи вследствие произвольного увеличения толщины стружки, на которое не рассчитано тяговое усилие струговой установки.

В стругах струговых установок, имеющих опорные направляющие струга с угольником упирающимся в забой (рис. 2.2 и 2.4), толщина стружки определяется вылетом в забой нижнего (почвенного) резца относительно носка угольника, что исключает отжатие рештачного става от забоя при проходе струга и обеспечивает стабильность толщины стружки при условии равномерного прилегания носка угольника к забой. В стругах «Гляйтхобель» (рис. 2.15) изменение толщины стружки производится при помощи переустановки сменных (с различной шириной режущего лезвия) почвенных резцов. В стругах «Компактхобель» серии КН (рис. 2.3) толщина стружки регулируется при помощи сменных нижних (почвенных) резцедержателей.

Важное значение для обеспечения эффективности разрушения угля и погрузки разрушенной горной массы на конвейер имеет исключение трения неработающих групп резцов задней стороной о забой, что вызывает дополнительные потери тягового усилия на трение и износ резцов, а также ограничивает толщину стружки, снимаемой работающими группами резцов.

Все неработающие группы резцов, закрепленные на струге, должны отводиться от забоя при любом направлении движения струга. В современных стругах отвод неработающих резцов линейной (средней) группы, обеспечивается за счёт поворотных в горизонтальной плоскости резцедержателей, закреплённых на крышках, съёмных проставок и корпусе струга.

В стругах ЗСКП; «Райсхакенхобель» серии S; СН96; «Гляйтхобель» серии GN9-30v (рис. 2.5; 2.8; 2.13; 2.15) парные резцедержатели, закреплённые на съёмных проставках, соединены между собой жёсткими штангами, что при контакте работающих групп резцов с забоем обеспечивает принудительный отвод неработающих резцов от забоя. Отвод неработающих резцов верхней (кровельной) группы, закреплённых на выдвижной башне струга, обеспечивается за счёт поворотной в горизонтальной или вертикальной плоскости башни (рис. 2.5; 2.8; 2.13; 2.15). Отвод неработающих резцов нижней (почвенной) группы от забоя и почвы обеспечивается за счёт поворотных в вертикальной плоскости нижних (почвенных) резцедержателей (рис. 2.7; 2.9; 2.12; 2.15, в), которые шарнирно при помощи наклонной оси закрепляются на корпусе струга. Принудительный отвод поворотных резцедержателей

обеспечивается за счёт соединения их между собой гибкой (цепной) стяжкой (рис. 9 и 2.12), которая обеспечивает дополнительное затягивание рабочего резцедержателя при отводе противоположного резцедержателя за счет трения задней части неработающих резцов о забой. В стругах ЗСКП и СН96 (рис. 2.5 и 2.13) отвод неработающих резцов нижней (почвенной) группы от забоя и почвы обеспечивается за счет принудительного перемещения соединенных между собой тягой подвижных плит по наклонным направляющим корпуса струга. Поворотные плиты, на которых закреплены державки нижней группы резцов, соединены между собой толкателем. При контакте работающих групп резцов с забоем обеспечивается принудительный отвод неработающих резцов, расположенных на противоположной плите.

В современных стругах широко применяется способ отвода неработающих резцов нижней (почвенной) группы от забоя и почвы при помощи поворотных дуговых сегментов, на которых закреплены нижние (почвенные) резцедержатели (рис. 2.8; 2.10; 2.11; 2.14; 2.15, а, б). Дуговые поворотные сегменты позволяют при незначительном продольном перемещении нижних резцедержателей относительно корпуса струга обеспечивать эффективный подъём почвенных резцов над почвой. Дуговые сегменты соединяются между собой при помощи жёстких толкателей, что при контакте работающих групп резцов с забоем обеспечивает принудительный отвод неработающих резцов, расположенных на противоположном сегменте.

В стругах «Райсхакенхобель» S4 (рис. 2.11) и «Гляйтхобель» GN9-30v (рис. 2.15, а, б) принудительный поворот дуговых сегментов обеспечивается за счет взаимодействия толкателей с поворотной стойкой башни при помощи встроенного эксцентрикового механизма.

Для обеспечения эффективности разрушения угля и погрузки разрушенной горной массы на конвейер важное значение имеет схема расположения резцедержателей на струге. В большинстве современных стругов нижние (почвенные) резцедержатели расположены на боковых сторонах корпуса струга, а резцедержатели средней (линейной) и верхней групп резцов расположены в центральной части струга. Резцы нижней (почвенной) группы производят при работе струга опережающее разрушение нижней части пласта до почвы, что ослабляет забой, снижает сопротивляемость пласта резанию за счет увеличения отжима забоя горным давлением и облегчает работу резцов средней (линейной) группы. В струге «Райсхакенхобель» S2 (рис. 2.10) резцы нижнего блока 1 расположены на промежуточных секциях 7 корпуса струга, а резцы среднего блока 2 расположены на основном корпусе 8, что облегчает работу резцов среднего блока и обеспечивает равномерную загрузку конвейера.

В струге «Гляйтхобель» GN 9-30v2.1 (рис. 2.15, в) боковой режущий блок 16, 17 при работе струга производит опережающее разрушение верхней части забоя и погрузку горной массы на конвейер, благодаря чему облегчается

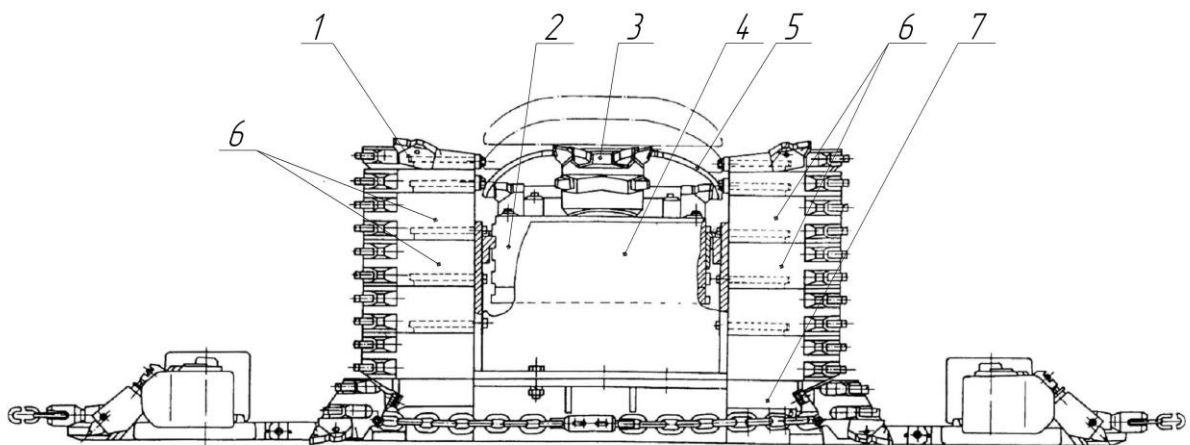
разрушение нижней части забоя до почвы и погрузка разрушенного угля на конвейер нижними резцедержателями 21, расположенными в центральной части струга. Это особенно важно при работе струга с соединительной верхней балкой 15, которая ограничивает погрузочное пространство в средней части корпуса струга, что снижает эффективность погрузки, особенно при высокой производительности работы струговой лавы.

2.1.7 Струги для выемки пласта на всю его мощность

Струги, обеспечивающие выемку пласта на всю его мощность, расширяют область применения струговых установок.

В ШахтНИУИ разработан струг с автоматической регулировкой высоты АСТ. На струге (рис. 2.17) между съёмными проставками 6 установлена гидровставка 2 с верхней резцовой поворотной державкой 3, обеспечивающие автоматическое слежение по кровле при помощи копирной лыжи 5, расположенной в зоне предыдущего реза и скользящей по кровле.

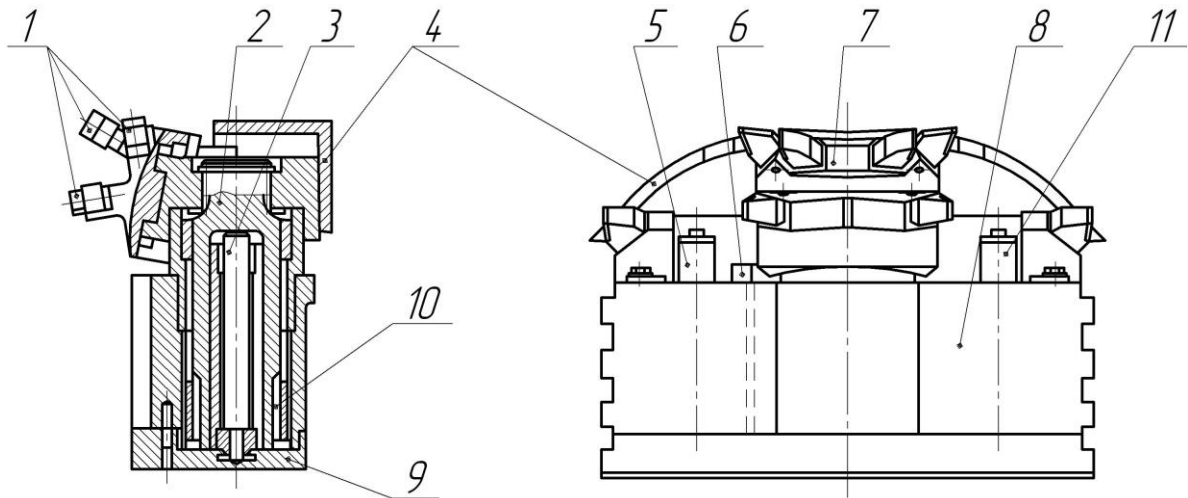
Гидровставка 2 закреплена на горизонтальных шипах специальной проставки 4, закреплённой в средней части корпуса 7 струга, и предназначена для разрушения верхней пачки угля с автоматической регулировкой высоты по мощности пласта в пределах до 180 мм относительно верхней части корпуса (крышек 1), что обеспечивает выемку стругом пласта угля на всю его мощность.



- 1 – крышка; 2 – гидровставка; 3 – верхний поворотный резцедержатель;
4 – специальная проставка; 5 – копирная лыжа гидровставки;
6 – съёмные проставки; 7 – корпус струга

Рисунок 2.17 – Струг с автоматической регулировкой высоты АСТ

Гидровставка (рис. 2.18) выполнена отдельным блоком и состоит из следующих основных составных частей: рамы 8, двух гидроаккумуляторов 5, гидроцилиндра 3, верхнего поворотного резцедержателя 7 с резцами 1 верхней группы, копирной лыжи 4 и выдвижной шлицевой колонки 2.



- 1 – верхняя группа резцов; 2 – выдвижная шлицевая колонка;
 3 – гидроцилиндр; 4 – копирная лыжа; 5 – гидроаккумулятор;
 6 – зарядный клапан; 7 – верхний поворотный резцедержатель; 8 – рама;
 9 – нижняя плита рамы; 10 – шлицевой телескопический механизм

Рисунок 2.18 – Гидровставка струга АСТ

В центральной части рамы вмонтированы гидроцилиндр 3 и выдвижная шлицевая колонка 2, на которой закреплены поворотный верхний резцедержатель 7 с резцами 1 верхней группы и копирная лыжа 4. По краям рамы 8 закреплены гидроаккумуляторы 5. Выдвижная колонка 2 совместно с рамой 8 образуют шлицевой телескопический механизм 10, разгружающий гидроцилиндр 3 и другие составные части конструкции от возникающих при работе струга усилий. Поршневая полость гидроцилиндра 3 при помощи каналов, выполненных в нижней плите 9 рамы 8, соединена с гидроаккумуляторами 5 в единую гидросистему. Через зарядный клапан 6 рабочая жидкость под давлением подаётся в полости гидроаккумуляторов 5 и гидроцилиндра 3. Газовые полости гидроаккумуляторов заполнены сжатым азотом и выполняют роль газовой пружины. Под действием сжатого азота рабочая жидкость находится в гидросистеме под давлением, которое регулируют при заправке гидросистемы рабочей жидкостью. При работе струга гидроцилиндр выдвигает колонку с копирной лыжей до контакта с кровлей, а резцы резцедержателя при движении струга производят разрушение верхней пачки пласта до кровли (с автоматической регулировкой по мощности пласта). Гидроаккумуляторы позволяют создать относительно равномерное значение

величины эластичного распора между кровлей и почвой на всём ходе перемещения верхнего резцедержателя при изменяющейся мощности пласта.

2.1.8 Схемы резания и расположения резцов на струге

Обеспечение эффективности разрушения стругом угольного пласта с минимальной энергоёмкостью выемки в значительной степени зависит от схемы расположения резцов на струге, а также от конструктивных параметров резцов: ширины и формы режущего лезвия, вылета, типа (тангенциальный или радиальный). Исследования, проведенные в ШахтНИУИ, показали, что для обеспечения минимальной энергоёмкости разрушения угольного пласта наиболее рациональными являются полублокированная и шахматная схемы резания.

Для обеспечения устойчивости струга в плоскости пласта с целью исключения образования «земника» и облегчения работы резцов при разрушении угольного пласта наиболее эффективна ступенчатая схема расположения резцов на струге (рис. 2.3), которая образует при работе струга вогнутую форму забоя.

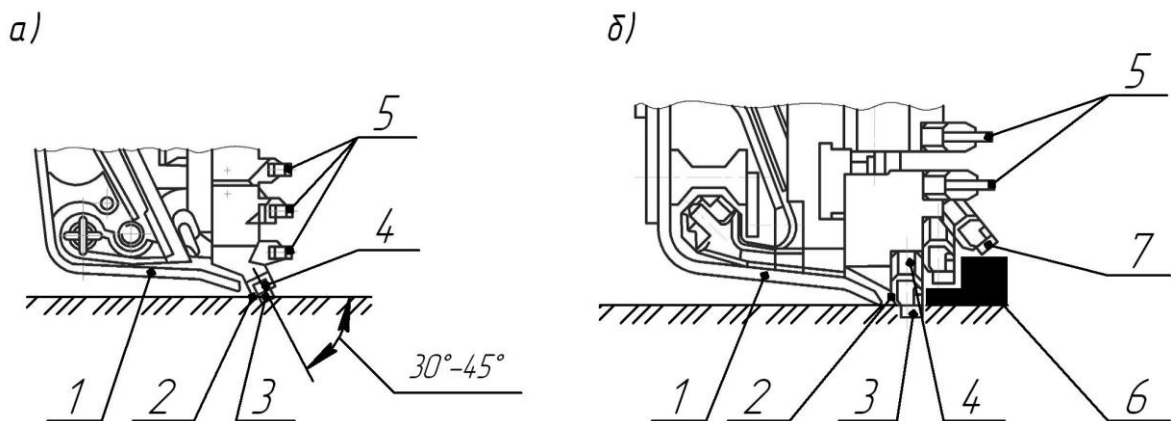
Ступенчатая схема расположения резцов усложняет конструкцию струга, вызывает необходимость применения набора специальных сменных резцедержателей и проставок, поэтому распространение получила комбинированная схема расположения резцов на струге (рис. 2.1). При комбинированной схеме резцы нижней (почвенной) группы 20 (не менее трёх-пяти резцов) и верхней (кровельной) группы 22 располагаются по ступенчатой схеме (под углом относительно забоя), остальные резцы – по линейной схеме (нормально относительно забоя). При этом угол наклона резцов относительно нормального расположения к забою должен быть не более 60° с обеспечением принятого шага резания. Резцы нижней (почвенной) группы должны быть развёрнуты под углом по направлению к почве, а резцы верхней (кровельной) группы – к кровле. Комбинированная схема расположения резцов применяется в большинстве современных стругов.

Важным параметром, влияющим на энергоёмкость выемки, является шаг расстановки резцов (шаг резания). Оптимальный шаг резания зависит от ряда факторов: сопротивляемости резанию, крепости и вязкости угля, параметров резца (радиальный или тангенциальный, вылет, ширина и форма режущего лезвия), задаваемой толщины стружки и др.

Поскольку в конкретной конструкции струга установить для различных условий эксплуатации оптимальный шаг резания невозможно, обычно принимают средний рациональный шаг резания. Средний рациональный шаг резания рассчитывается по эмпирическим зависимостям, опосредованно учитывающим указанные выше факторы, и в отечественных стругах составляет от 70 до 90 мм.

Схема расположения резцов в нижней (почвенной) группе имеет определяющее значение в обеспечении эффективности разрушения угольного пласта стругом. Нижние (почвенные) резцы определяют толщину стружки, снимаемую стругом, и работают в наиболее тяжелых условиях. Нижние (почвенные) резцы контактируют с почвой, крепость которой, как правило, значительно выше крепости угля и работают в условиях блокированного резания.

Как правило, в стругах применяются две схемы расположения нижнего (почвенного) резца 3 относительно почвы (рис. 2.19).



- а – расположение резца под углом к почве;
- б – расположение резца нормально к почве;
- 1- угольник направляющей струга; 2 – зона интенсивного износа;
- 3 – резец нижний (почвенный); 4 – резцедержатель;
- 5 – резцы линейной (средней) группы;
- 6 – угольный уступ; 7 – резец надпочвенный

Рисунок 2.19 – Схемы расположения нижнего (почвенного) резца

Расположение нижнего (почвенного) резца под углом $30-45^\circ$ относительно почвы (рис. 2.19, а), применяют в стругах, предназначенных для выемки пластов угля с сопротивляемостью угля резанию до 100 кН/м , незначительной абразивностью с хорошим отжимом угля в забое горным давлением. При применении данной схемы расположения нижнего (почвенного) резца для разрушения более крепких углей и антрацитов, имеющих повышенную абразивность, происходит интенсивный износ резцедержателей 4 (кулаков) нижних (почвенных) державок 6, особенно в зоне интенсивного износа, расположенной у почвы и незащищённой резцами. Особенно интенсивно происходит износ резцедержателей 4 при применении в качестве резцов линейной группы 5 тангенциальных резцов, имеющих большой вылет и свойство самозатягивания в забой составляющими сил резания.

Расположение нижнего (почвенного) резца 3 перпендикулярно почве или с наклоном в забой не более 5° (рис. 2.19, б), находит всё большее применение в стругах. В данной схеме нижний (почвенный) резец 3 совместно с надпочвенным резцом 7, расположенным аналогично почвенному со смещением вверх относительно уровня почвы и к забою, формируют у почвы пласта угольный уступ 6, который обеспечивает равномерное прилегание носка угольника 1 направляющей струга или забойной боковины рештачного става (рис. 2.1) к забою при передвижке рештачного става конвейера вслед за проходом струга, что в свою очередь обеспечивает стабильность толщины стружки, снимаемой стругом.

В данной схеме также обеспечивается эффективная защита нижним (почвенным) резцом 3 резцедержателя 4, находящегося у почвы в зоне 2 интенсивного износа, что значительно снижает износ резцедержателей.

При эксплуатационных испытаниях струговых установок СО90У, СН96, ЗСКП, СН.06 нижние резцедержатели со схемой расположения нижних (почвенных) резцов (рис. 2.19, б) не заменялись по причине износа в течение не менее года, при этом среднесуточная добыча достигала 2000-2200 т угля.

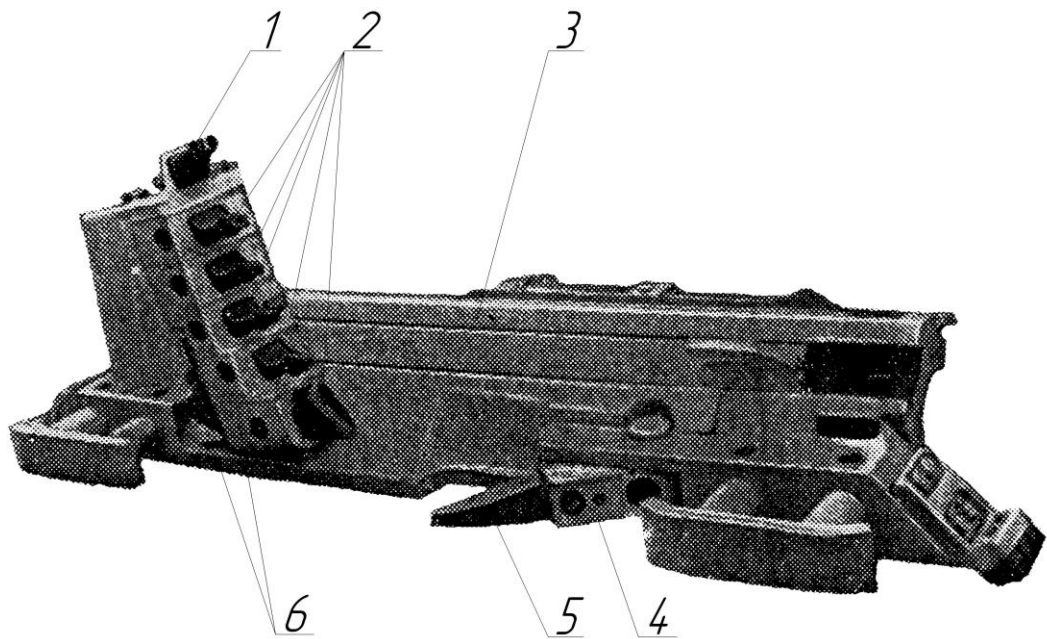
2.1.9 Струги с асимметричной схемой резания

Во второй половине XX века были проведены исследования по созданию новых способов струговой выемки, позволяющих более эффективно производить разрушение угольного пласта и погрузку разрушенной горной массы на конвейер. Один из таких способов предусматривает применение асимметричного струга.

В ИГД им. А.А.Скочинского был создан экспериментальный образец асимметричного струга (рис. 2.20).

Схема расположения резцов на струге позволяет при движении струга в направлении, совпадающем с направлением транспортирования угля по лаве конвейером, производить подрубку нижней части пласта у почвы при помощи нижнего резца 5 с увеличенным вылетом, а при движении в обратном направлении (против направления транспортирования угля по лаве конвейером) – разрушение остальной части пласта и погрузку разрушенной горной массы на конвейер при помощи специального блока резцедержателей 6 с резцами 1, 2.

Подрубка нижней части пласта обеспечивает предварительное ослабление забоя, что способствует отжиму угля горным давлением и снижает сопротивляемость угля резанию. Благодаря этому облегчается разрушение угольного пласта при последующем проходе струга.



1 – резец верхний; 2 – резцы средней группы; 3 – корпус;
4 – поворотная нижняя державка; 5 – резец нижний; 6 – резцедержатели

**Рисунок 2.20 – Ассиметричный струг конструкции
ИГД им. А.А. Скочинского**

Выполнение наиболее энергоёмкого процесса по подрубке нижней части пласта обеспечивается тяговым усилием цепи в полной мере без дополнительных затрат на погрузку и разрушение угля в средней и верхней частях пласта. Данная схема работы струга позволяет: разрушать пласты угля с более высокой сопротивляемостью резанию, улучшить сортность добываемого угля, обеспечить равномерную загрузку конвейера.

В Германии был создан экспериментальный образец ассиметричного струга, который при движении в одном направлении снимал стружку с верхней и средней частей пласта, а при движении в обратном направлении – с нижней его части до почвы. Благодаря этому обеспечивалась равномерная загрузка конвейера при движении струга в обоих направлениях. При шахтных испытаниях экспериментальный образец ассиметричного струга снимал стружку со средней толщиной 160 мм при скорости движения 0,8 м/с. Производительность очистной выемки достигала 7,7 м²/мин.

Конструкция ассиметричных стругов определяет их применение только в левом или правом забое и требует применения специальных резцов.

2.1.10 Динамические (активные) струги

В пятидесятые-шестидесятые годы XX столетия в СССР и других странах были проведены научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию струговых установок с динамическим стругом с активным или

ударным воздействием на угольный пласт при его разрушении. Научные исследования показали, что при энергии удара от 70 до 200 кГм возможно разрушение угля с сопротивляемостью резанию более 300 кН/м путём снятия стружки толщиной 200-300 мм.

В ШахтНИУИ был спроектирован и изготовлен динамический струг ВИА-4, который прошёл стендовые и шахтные испытания.

Струг ВИА-4 вибрационно-ударного действия. Движущаяся с постоянной скоростью тяговая цепь приводит во вращение звёздочку на струге. От приводной звёздочки струга приводится во вращение механизм, который состоит из редуктора струга и двух пар дебалансов. Вращающиеся дебалансы создают периодическую возмущающую силу. При движении струга резцы, закреплённые на резцедержателях, разрушают угольный пласт с дополнительным ударным воздействием на забой. При помощи комплекта сменных зубчатых колёс в редукторе и дебалансов различной массы обеспечиваются различные режимы работы струга в зависимости от скорости его движения и энергии удара.

Техническая характеристика динамического струга ВИА-4

Расчётная энергия удара, кГм	от 80 до 120
Пределы изменения скорости движения, м/с	от 0 до 0,45
Глубина захвата, мм, не более	200
Число ударов в минуту	от 750 до 104
Расчётная производительность, т/час	от 138 до 276
Масса струга, кг, не более	4450
Габаритные размеры, мм, не более:	
- высота	700
- ширина	675
- длина	4429

Верхняя пачка угольного пласта, неразрушаемая стругом, должна быть самообрушающейся.

Струг ВИА-4 предназначен для выемки углей любой крепости с углом падения пласта не более 20° и мощностью от 0,9 до 1,8 м.

Стендовые испытания струга были проведены в ШахтНИУИ. Результаты стендовых испытаний показали хорошую работу струга при разрушении углецементного блока с сопротивляемостью резанию 208 кН/м в зоне работы резцов.

Скорость струга при толщине стружки 180 мм составила 0,35 м/с, что при высоте углещементного блока 0,8 м обеспечило производительность 5,34 т/мин. Удельная энергоёмкость при этом составляла от 0,7 до 1,1 кВт.ч/т. Тяговое усилие цепи колебалось в пределах от 8 до 16 т и в среднем составляло 12 т. При предварительном натяжении тяговой цепи с усилием 1,5-2,0 т проскальзываний её на звёздочке привода не наблюдалось. Основной проблемой при стендовых испытаниях оказалась плохая управляемость струга в вертикальной плоскости, что приводило к образованию «земника».

При увеличении вертикальной составляющей усилий резания, направленных к почве, что было достигнуто путём ступенчатого расположения резцов на нижнем резцедержателе с углами от 65° до 70° относительно почвы, струг практически не оставлял «земника» при работе на стенде.

Промышленные испытания струга ВИА-4 проводились на шахте «Южная №1» треста «Шахтантрацит» ПО «Ростовуголь» в лаве № 1504, которая отработывала пласт $i^{\text{н}}_3$ «Степановский» мощностью от 1,25 до 1,35 м с углом падения от 9° до 16°. Сопrotивляемость пласта резанию в стабильной зоне составляла 238 кН/м. Непосредственная кровля пласта – песчанистый сланец мощностью до 3,5 м, основная – крепкий песчаник. Верхняя пачка пласта не была склонна к самообрушению и обрушалась при необходимости принудительно, вручную.

Почва пласта - весьма крепкий песчаник с порогами высотой от 0,05 до 0,15 м, расположенными с шагом 3,0 – 4,0 м по длине лавы. Длина лавы составляла 240 м.

Испытания струга проводились с января по апрель 1968 г. За время испытаний было добыто около 8000 т угля. При толщине снимаемой стружки 200 мм скорость движения струга достигала 0,135 м/с. Удельная энергоёмкость выемки составила 0,553 кВт.ч/т при производительности струга 181 т/час.

При промышленных испытаниях подтвердились основные принципиальные недостатки струга ВИА-4: проскальзывание тяговой цепи на приводной звёздочке струга и неуправляемость струга в вертикальной плоскости пласта, приводящая к оставлению «земника». Многочисленные доводочные работы не привели к их устранению.

Были спроектированы, изготовлены и испытаны динамические струги УСА (Луганский филиал Донгипроуглемаша), СДС (Карагандинский политехнический институт), ДБС, ВУС и СА1 (ИГД им. А.А. Скочинского), АН-5 (фирма «Байен» Германия), Слайсер и Лотсианс (Великобритания). Все динамические струги имели одинаковые недостатки.

2.2 Конвейеры струговых установок, натяжные устройства

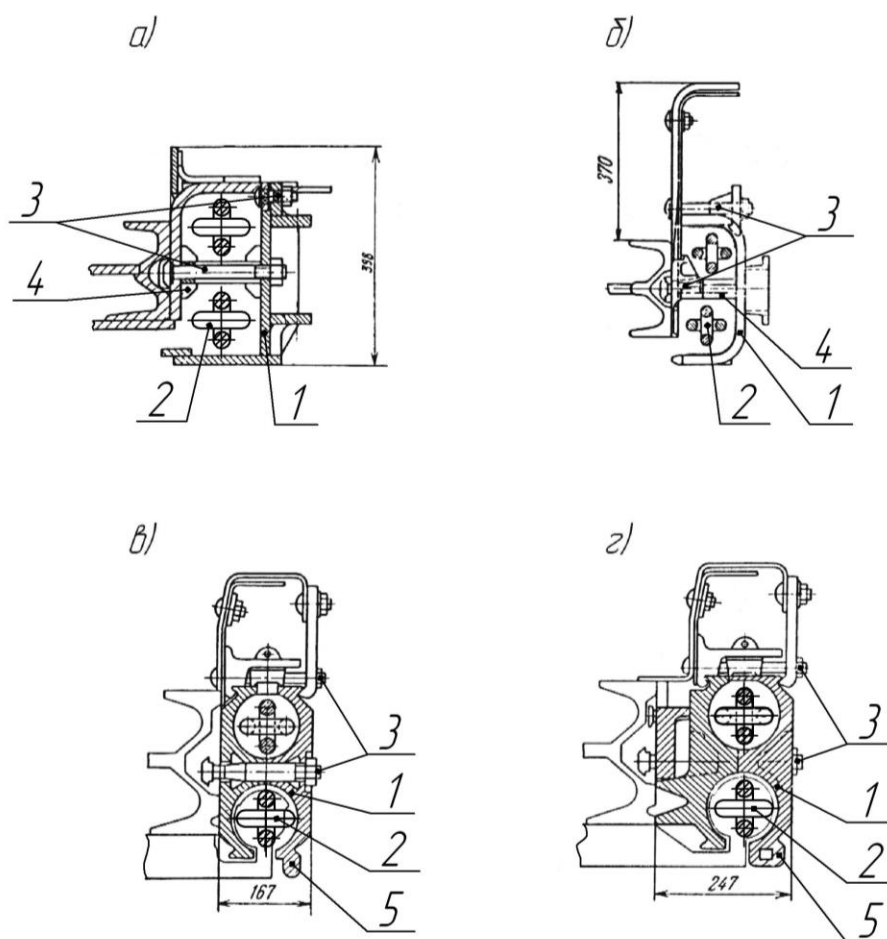
Конвейеры струговых установок отличаются от других типов конвейеров конструкцией навесного оборудования, которое совместно с рештаком образует линейную секцию конвейера.

В зависимости от типа струговой установки линейные секции конвейера оснащаются различными направляющими для перемещения струга. Направляющие размещаются с завальной стороны (рис. 2.21) – для струговых установок отрывного и комбинированного типов, с забойной (рис. 2.22) – для струговых установок скользящего типа.

Направляющая отрывного струга (рис. 2.21) представляет собой кожух 1 с двумя каналами для тяговой цепи 2 струга. Как правило, направляющая съемная. Крепление к боковине рештака осуществляется специальными болтами 3 в один или два ряда.

На рисунке 2.21 представлены некоторые варианты направляющих струга отрывного типа. Направляющая струговой установки СО75М-50 (рис. 2.21, а) представляет собой сварную конструкцию, крепящуюся двумя рядами болтов М24 к приваренному к боковине рештака борту. В струговой установке СО75М-50 могут применяться цепи струга калибром до 30 мм. Нижняя и верхняя ветви струговой цепи 2 (рис. 2.21, а) разделяются дистанционными вкладышами – распорками 4.

Аналогичным образом выполнена конструкция направляющей струга «Райсхакенхобель» (рис. 2.21, б). Каналы направляющей рассчитаны на тяговые цепи калибром до 30 мм.



1 – кожух; 2 – цепь струга; 3 – болт; 4 – распорка; 5 – прилив

Рисунок 2.21 – Направляющие струга отрывного действия

Направляющие для струга отрывного действия фирмы «Клекнер-Бекорит» (Германия) представлены на рисунках 2.21, в; 2.21, г.

Отличительной особенностью направляющих являются двухбалочные цилиндрические литые каналы тяговых цепей. Нижняя кромка направляющей может быть снабжена приливом 5 (рис. 2.21, в; 2.21, г) для зачистки штыба.

Исполнения направляющих (рис. 2.21, в; 2.21, г) предназначены для цепей калибра до 34 мм и могут воспринимать нагрузку, приложенную к середине линейной секции до 500 кН.

Для стругов скользящего типа (рис. 2.22) наклонные направляющие монтируются на забойных боковинах рештаков.

Направляющие (рис. 2.22), как правило, состоят из закрепленного на боковине рештака угольника 1 и для доступа к цепи 3 струга съемной наклонной плиты 2, устанавливаемой на кронштейнах – распорках 4.

Струг охватывает верхнюю и нижнюю опоры направляющих выполненных круглой или плоской формы.

Форма опоры определяет способ закрепления наклонной плиты на угольнике. При круглой опоре соединение осуществляется специальными замками, при плоской – посредством болтов. Нижняя часть плиты соединяется с кронштейном шарнирно, что позволяет, не снимая, откидывать наклонную плиту на забой для ремонта струга или тяговой цепи.

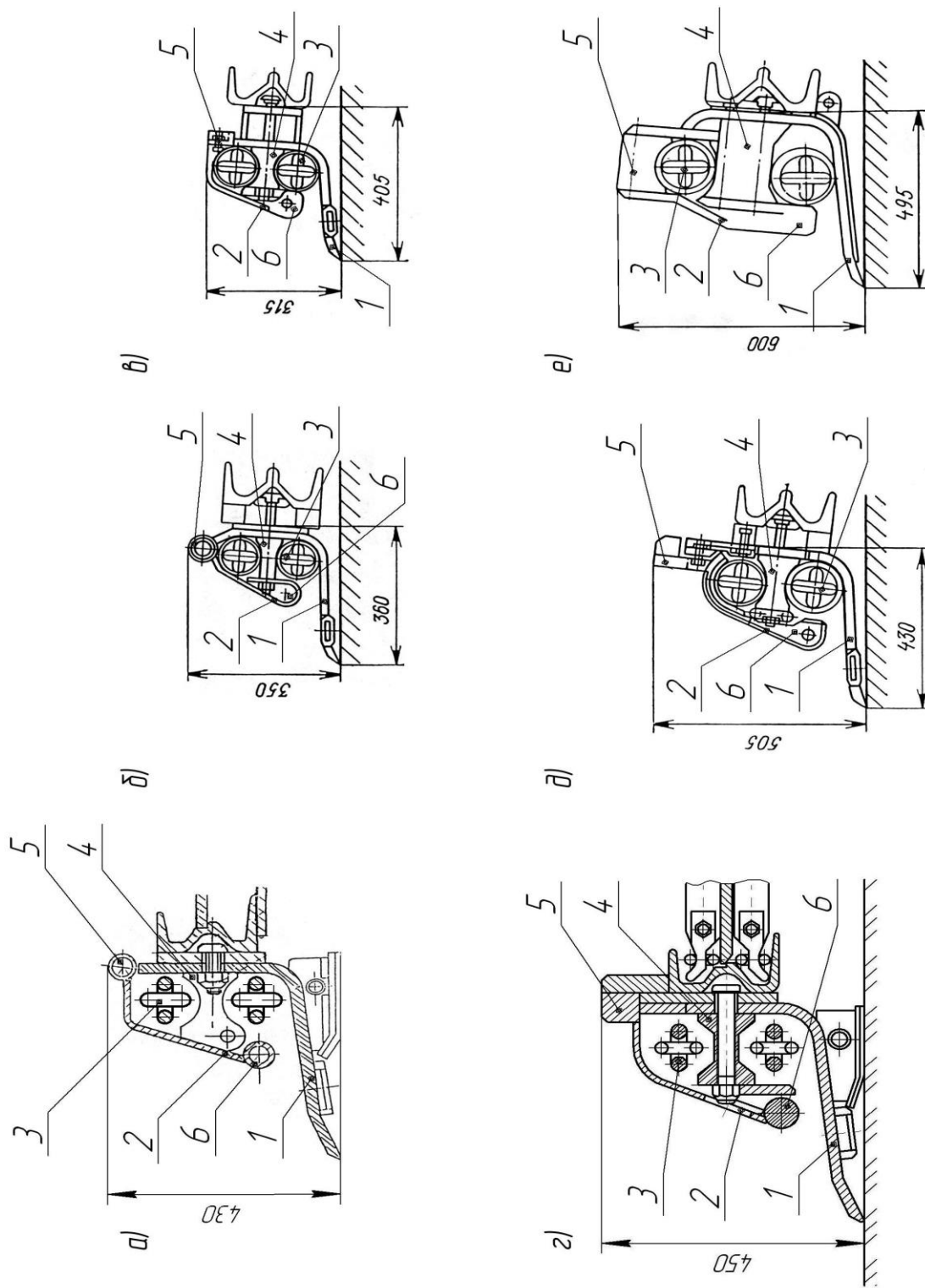
Установки 1СН99 (рис. 2.22, а) и Гляйтхобель 7-26 (Германия) (рис. 2.22, б) для цепей калибра до 26 мм имеют верхнюю направляющую опору 5 круглой формы.

Для тяговых цепей калибра 30 мм и более применяют направляющие с плоской верхней опорой 5, как, например, в струговой установке 2СН3413 (СН.06) (рис. 2.22, г), или Гляйтхобель 9-30 (рис. 2.22, д) (Германия). Направляющие этого типа допускают крепление тяговой цепи к концам корпуса струга и к его середине.

Разработаны конструкции направляющих для тяговой цепи струга калибром 38 мм, представленные на рисунке 2.22, е.

К конвейерам струговых установок предъявляются следующие требования:

- конструкция конвейера должна обеспечивать перемещение вдоль него струга;
- конвейер должен иметь производительность на 20% выше максимальной минутной производительности струга;
- на завальной стороне линейных секций конвейера должны быть каналы для размещения гидро - и электромагистралей;
- линейные секции должны оснащаться элементами систем управления струговой установкой в вертикальной плоскости и агрегатирования с секциями механизированной крепи;
- рештак конвейера должен иметь достаточную поперечную жесткость для передачи усилий подачи, подтягивания секций, работы рычажной системы управления струговой установкой в вертикальной плоскости;
- конвейер должен иметь высокопрочные, износостойкие линейные секции и замковые соединения;
- конвейер должен иметь средства для предварительного натяжения цепей и защиты трансмиссии от перегрузок.



1 – угольник; 2 – плита; 3 – цепь; 4 – распорка; 5, 6 – опора

Рисунок 2.22 – Схемы наклонных направляющих для стругов скользящего типа

Производительность конвейера определяется сечением для грузопотока угля, перемещаемого по лаве, скоростью тягового органа и мощностью привода.

Для увеличения сечения грузопотока с завальной стороны конвейера устанавливаются надставные борта, применяются рештаки с высокими боковинами. Увеличение ширины рештака допустимо лишь в определенных пределах, т. к. это увеличивает ширину призабойного пространства, ухудшает управляемость струговой установки в плоскости пласта. Скорость конвейера увязывается со скоростью струга.

Для повышения поперечной жесткости конвейера используются рештаки с нижним днищем. Эксплуатация таких рештаков в составе струговых установок отрывного (СО75М-50) и скользящего (1СН99) типов выявила их преимущества в снижении потерь на трение, более равномерном движении цепи за счет исключения подштыбовки холостой ветви цепи и снижении интенсивности износа нижних полок рештачных боковин.

В рештаках с нижним днищем доступ к нижней ветви конвейерной цепи для ремонта осуществляется через специальные люки в днище рештака.

Прочность и износостойкость линейных секций являются основными факторами, определяющими показатели надежности конвейеров.

Повышение этих показателей достигается применением в рештаках высоколегированных сталей, увеличением толщины основного днища до 25...30 мм, армированием твердым сплавом днищ и боковин, термообработкой боковин и др.

Учитывая специфику работы стругового конвейера, повышенные требования предъявляются к замковым соединениям линейных секций. Замок должен обеспечивать подвижное соединение секций в пределах $2...3^\circ$ в горизонтальной и $4...5^\circ$ в вертикальной плоскостях. В то же время замковое соединение должно выдерживать высокие нагрузки, возникающие при передвижке секций механизированной крепи, сползании установки по падению пласта, смещениях и искривлениях рештачного става при работе струга и др.

Соединение рештаков осуществляется посредством специальных болтов, фасонными стержнями, штампованными звеньями и др.

Важнейшим элементом конвейера является тягово-транспортирующий орган, состоящий, как правило, из двух ветвей цепи, скребков и соединительных звеньев.

Ветви тяговой цепи могут быть разнесены и размещаться под полками боковин рештаков. Такое размещение накладывает ограничение по применяемому калибру цепи, а также не обеспечивает в работе равномерного натяжения ветвей.

Более перспективно размещение сдвоенных цепей в середине днища рештака с расстоянием между ветвями в пределах 100...150 мм. В этом случае

калибр применяемой цепи не ограничен, натяжение в ветвях распределяется более равномерно, в цепях сокращается количество соединительных звеньев – наиболее слабых элементов цепи.

Скребки могут быть выполненными из специального проката литыми или штампованными. Отдавать предпочтение следует последним, как наиболее прочным.

Существенное влияние на надежность работы тяговой цепи конвейера оказывает её предварительное натяжение. Слишком сильное натяжение цепей ведет к увеличению износа в парах «цепь - приводные звезды», нагрузки на привод и повышению шума. Слабо натянутая цепь также изнашивается более интенсивно из-за ударов по входной кромке направляющих каналов. Кроме того, при значительной слабине возможно проскальзывание цепи на приводной звезде, что приводит к её интенсивным износам и поломкам.

В отечественных конвейерах струговых установок натяжение цепи осуществляется электродвигателем привода с помощью встроенного стопорного устройства (см. п. 2.4.3). При этом усилие натяжения не контролируется и ничем не ограничивается, а трансмиссия подвергается значительным динамическим нагрузкам.

Натяжение цепей посредством встроенных или устанавливаемых гидроцилиндров для двухприводных схем конвейеров практически непригодно.

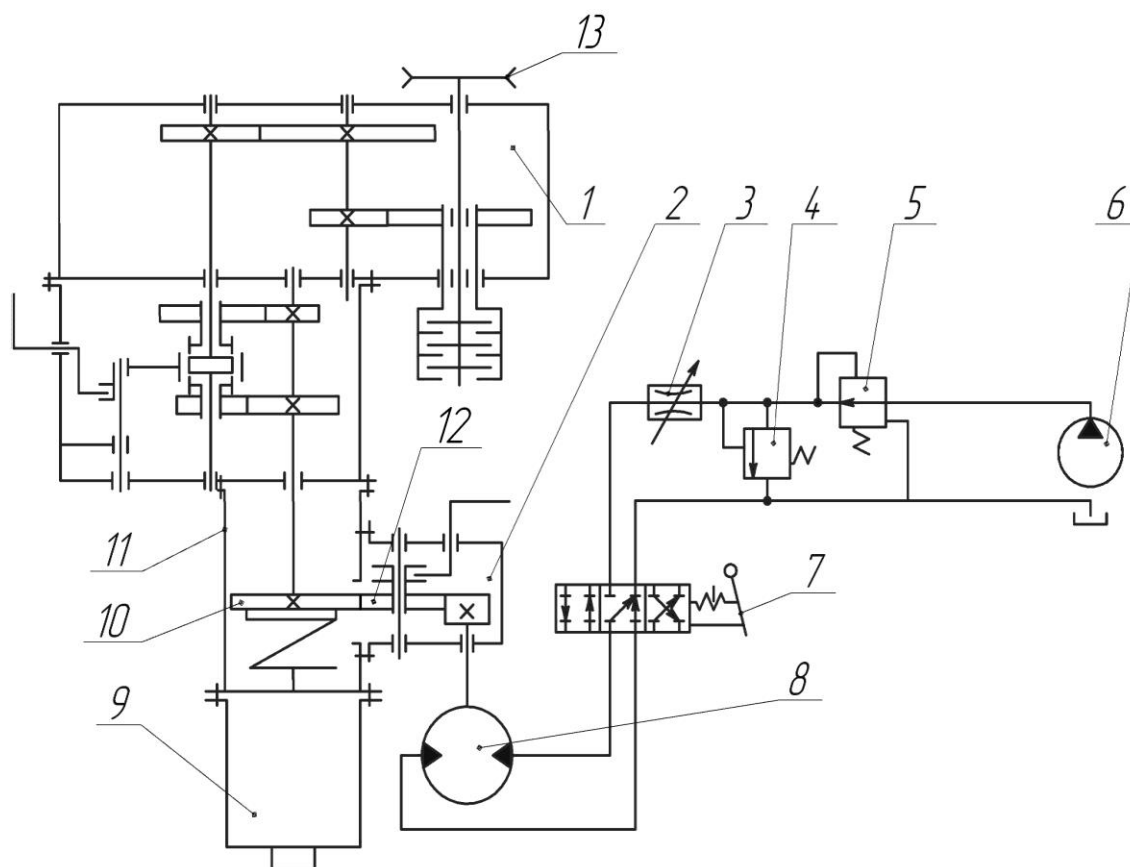
Опыт эксплуатации показывает, что низкодинамическая система натяжения с возможностью регулировки и контроля усилия в цепи с надежным стопорением натянутой цепи для ее соединения наиболее оптимальна. Она обеспечивает высокую безопасность обслуживающего персонала, возможность подбора необходимого усилия натяжения цепи для конкретных условий.

Более всего этим требованиям отвечает система натяжения за счет вращения одной из приводных звезд регулируемым гидромотором через основной и специальный редуктор с малой скоростью. Питание гидромотора осуществляется от насосной станции, входящей в гидрооборудование струговой установки или механизированного комплекса.

На рисунке 2.23 представлена гидрокинематическая схема системы натяжения, разработанной ШахтНИУИ.

На основном редукторе 1 привода устанавливается дополнительный редуктор 2, выходное колесо 12 которого взаимодействует с зубчатым венцом 10, установленным в проставке 11 на муфте, соединяющей электродвигатель 9 с редуктором.

Выходное колесо 12 дополнительного редуктора 2 посредством кривошипного механизма выводится из зацепления с зубчатым венцом 10 после завершения процесса натяжения цепей.



- 1 – основной редуктор; 2 – дополнительный редуктор;
 3 – регулируемый дроссель; 4 – предохранительный клапан;
 5 – редукционный клапан; 6 – насосная станция; 7 – гидрораспределитель;
 8 – регулируемый реверсивный гидромотор; 9 – электродвигатель привода;
 10 – зубчатый венец; 11 – проставка; 12 – выходное колесо; 13 - звездочка

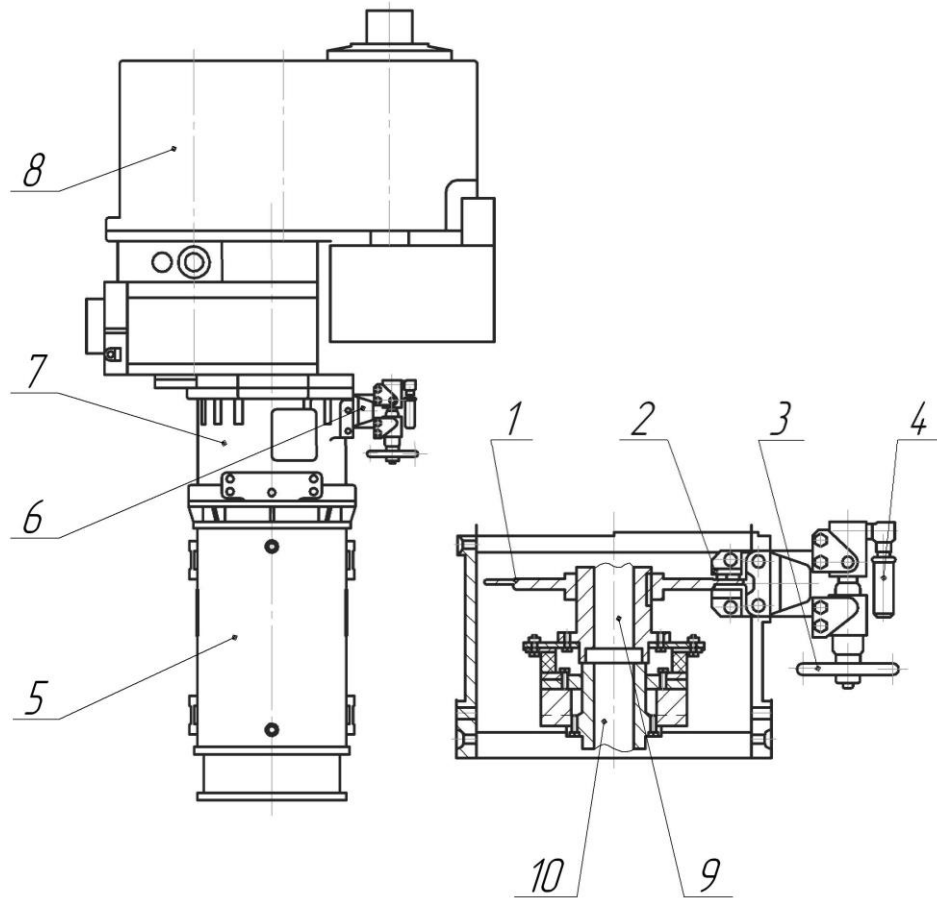
Рисунок 2.23 – Гидрокинематическая схема низкодинамического натяжного устройства

Вращение приводной звездочки 13 через основной 1 и дополнительный редукторы осуществляется регулируемым реверсивным гидромотором 8. Рабочая жидкость – водная эмульсия. Гидромотор работает от насосной станции 6. При этом, за счет редуцирования скорость цепи при натяжении изменяется в пределах $0,1 \dots 0,2$ м/с. Для регулирования необходимой скорости в магистраль питания гидромотора введён регулируемый дроссель 3. Требуемое усилие натяжения обеспечивается редукционным клапаном 5, снижающим давление рабочей жидкости на входе в гидромотор. Включение, выключение и реверсирование гидромотора осуществляется гидрораспределителем 7. Для защиты гидромотора и трансмиссии от избыточного давления в схеме предусмотрен предохранительный клапан 4.

В приводе конвейера (рис.2.24) струговой установки СН.06 применен тормоз натяжения цепи типа ТНЦ, разработанный заводом «Свет шахтера» (Украина).

Тормоз натяжения цепи 6 устанавливается на проставке 7 между электродвигателем 5 и редуктором 8 на головном приводе.

Принцип работы тормоза натяжения цепи заключается в следующем: при вращении маховика 3 тормозными колодками 2 зажимается тормозной диск 1, установленный на муфте, соединяющей входной вал 9 редуктора 8 с валом 10 электродвигателя 5. Создается тормозной момент для обеспечения необходимого усилия натяжения цепи.



- 1 – тормозной диск; 2 – тормозная колодка; 3 – маховик; 4 – гидродатчик;
 5 – электродвигатель; 6- тормоз натяжения цепи; 7- проставка;
 8- редуктор; 9 – вал

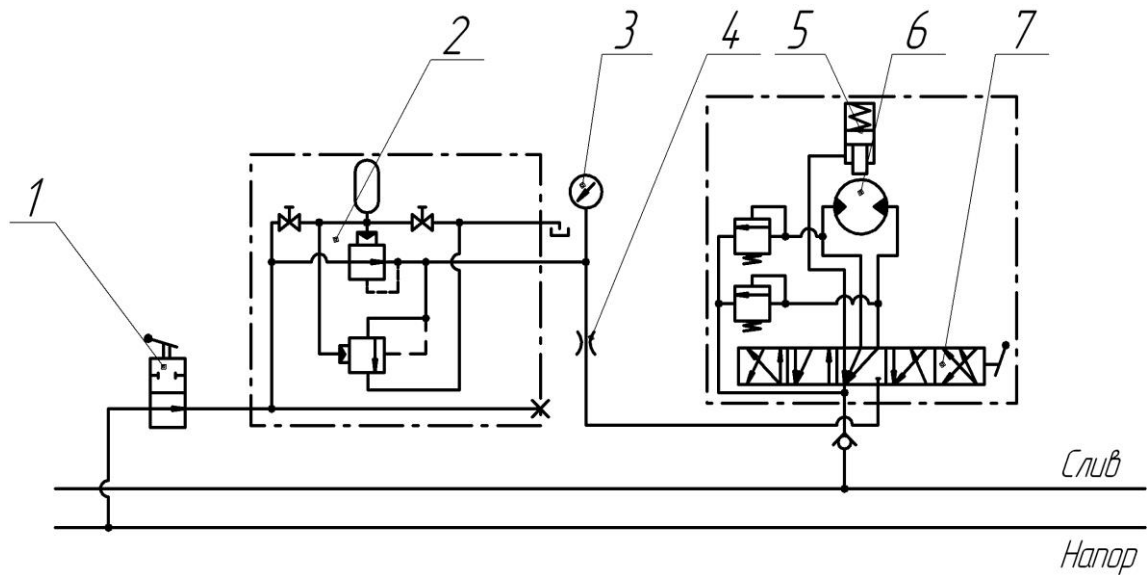
Рисунок 2.24 – Привод с тормозом натяжения цепи ТНЦ

Для удобства работы при натяжении в тормозе предусмотрен гидродатчик 4, который имеет шкалу с указанием максимального и минимального усилия натяжения.

В конвейерах струговых установок Германии применяются натяжные устройства с гидравлической схемой, представленной на рисунке 2.25.

Необходимое усилие натяжения задается давлением рабочей жидкости на входе в гидромотор с помощью редукционного клапана 2. Давление

контролируется манометром 3. После окончания работ по натяжению система отсоединяется от напорной магистрали краном 1.



1 – кран отсечной; 2 – редукционный клапан; 3 – манометр;
4 – дроссель; 5 – тормоз; 6 – гидромотор; 7 – гидрораспределитель

Рисунок 2.25 – Гидравлическая схема натяжного устройства струговой установки GH 9 – 34VE/4.5

Отличительной особенностью устройства является применение радиально-поршневого гидромотора 6 со встроенным гидравлически аэрируемым пластинчатым тормозом с нажимной пружиной 5.

Тормоз блокирует гидромотор в отключенном состоянии.

Представленные системы обеспечивают оптимальное предварительное натяжение цепей разного калибра.

При полностью заторможенном диске усилие натяжения тягового органа может составлять до 150 кН.

2.3 Системы подачи и управления струговыми установками в вертикальной плоскости

Правильно выбранные параметры системы подачи струговой установки, главными из которых являются шаг расстановки гидроцилиндров и давление в низконапорной гидромагистрали, обеспечивают эффективную работу струга в забое.

В современных комплексах применяется свободная и дозированная гидравлическая система подачи струговых установок.

При свободной системе подачи струг прижимается к забою низким давлением рабочей жидкости гидроцилиндрами секций крепи. При проходе

струга конвейер может свободно отжиматься за счет складывания указанных гидроцилиндров.

Недостатком свободной системы подачи является непостоянная толщина стружки, что затрудняет агрегатирование струговой установки с механизированной крепью и поддержание прямолинейности забоя.

Преимущество данной системы подачи в том, что при наличии твердых включений пласта струг не клинится в забое, а отжимается от него за счет складывания гидроцилиндров секций крепи.

При дозированной подаче конвейер передвигается высоким давлением рабочей жидкости на заданное расстояние и не имеет возможности отжатия от забоя. Заданное расстояние определяется по положению конвейера и толщине стружки.

Толщина стружки (величина передвигки конвейера) может перенастраиваться при изменении горногеологических условий в лаве. Величина передвигки конвейера зависит от сопротивляемости пласта резанию, мощности двигателей приводов струговой установки, натяжения цепи струга, загрузочной мощности конвейера, скорости движения струга.

Дозированная подача осуществляется при помощи герконового стержня, встроенного в гидроцилиндр секции и представляющего собой бесшовную трубку, внутри которой встроен ряд магнитоуправляемых герметизированных контактов (герконов) и резисторов. Герконовый стержень располагается внутри магнитного кольца, установленного в штоке гидроцилиндра секции крепи.

При раздвижке гидроцилиндра герконовый стержень фиксирует положение поршня в зависимости от заданной толщины снимаемой стругом стружки.

Во время работы струговой установки может происходить потеря устойчивости струга в вертикальной плоскости. Это приводит к образованию «земника» или уходу струга в почву пласта.

Система управления струговой установкой в вертикальной плоскости должна обеспечить положение струговой установки на контакте «почва-угольный пласт», а при необходимости – сход струга с «земника» или вывода его из почвы пласта.

Принцип работы систем управления струговыми установками отрывного типа (СО75М-50, 2СО3413) заключается в изменении по высоте точки приложения усилий от гидроцилиндров системы подачи.

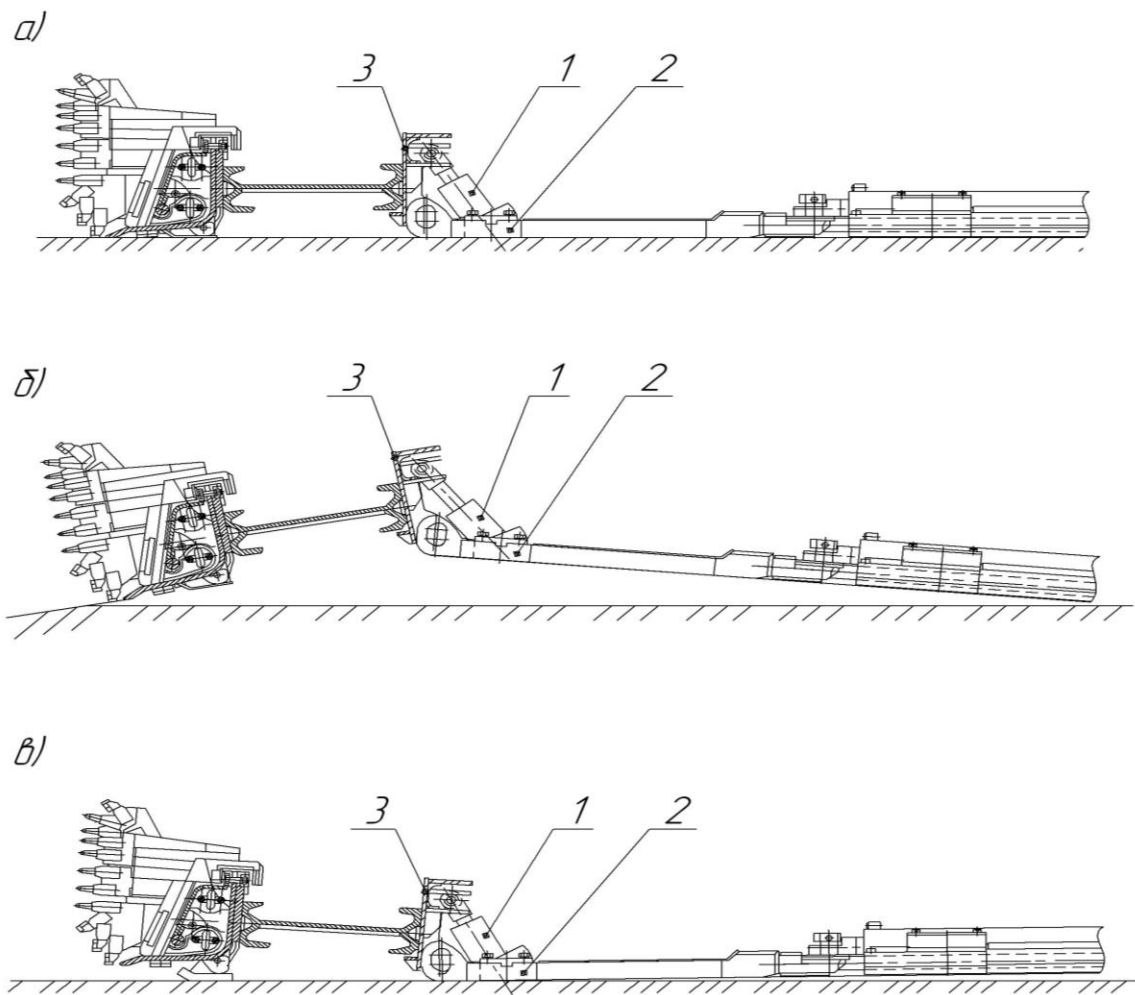
В струговой установке скользящего типа 1СН99 в бортах конвейера установлены гидроцилиндры, которые обеспечивают регулирование положения завальной части конвейера по высоте. При этом конвейер струговой установки должен подаваться на забой гидроцилиндрами системы подачи таким образом, чтобы кромка угольника наклонной направляющей прилегала к забою, так как в

противном случае не будет обеспечена равномерность толщины снимаемой стружки.

В струговой установке скользящего типа 2СН3413 (СН.06) применяется консольно-рычажная система управления (рис. 2.26).

Управление осуществляется гидроцилиндром 1, цилиндр которого закреплен в сферической опоре толкателя 2 крепи, а шток в борту линейной секции 3 конвейера. При раздвижке гидроцилиндр 1 поднимает завальную часть конвейера, изгибая при этом штанги механизма передвижки секции и обеспечивая сход установки с «земника», а при складывании – поднимает носок угольника направляющей струга относительно лыж, расположенных под угольником, обеспечивая выход установки из почвы.

В нейтральном положении система управления обеспечивает поперечную устойчивость конвейера и струга струговой установки.



а – нейтральное положение; б – сход с «земника»; в – выход из почвы;
1 – гидроцилиндр; 2 – толкатель; 3 – линейная секция

Рисунок 2.26 – Консольно-рычажная система управления

В современных струговых комплексах система агрегатирования с упругими штангами выполняет функции: 1) передвижки секций крепи, 2) подачи конвейера на забой, 3) управление струговой установкой в вертикальной плоскости пласта, 4) обеспечения продольных перемещений линейных секций конвейера относительно секций крепи в пределах упругих деформаций штанг. При этом передвижка секций крепи и управление струговой установкой в вертикальной плоскости пласта осуществляется высоким давлением рабочей жидкости, подача конвейера на забой – низким давлением рабочей жидкости.

Консольно-рычажная система управления применяется также в струговых установках отрывного типа.

Отличительная особенность консольно-рычажной системы управления струговыми установками отрывного типа состоит в том, что шток гидроцилиндра управления закреплен в опоре толкателя с возможностью переустановки. При этом гидроцилиндр управления запитан низким давлением рабочей жидкости и при работе струговой установки находится постоянно под давлением.

Устойчивость в вертикальной плоскости проверяют расчетами.

2.4 Приводы, системы защиты приводов

2.4.1 Общие положения

Струговые установки, как правило, оснащаются двумя приводами струга и двумя приводами конвейера, расположенными на их концевых частях. Приводы струга служат для перемещения струга вдоль забоя, а приводы конвейера – для перемещения скребковой цепи.

Один привод струга и один привод конвейера, установленные на раме конвейера, образуют приводную станцию.

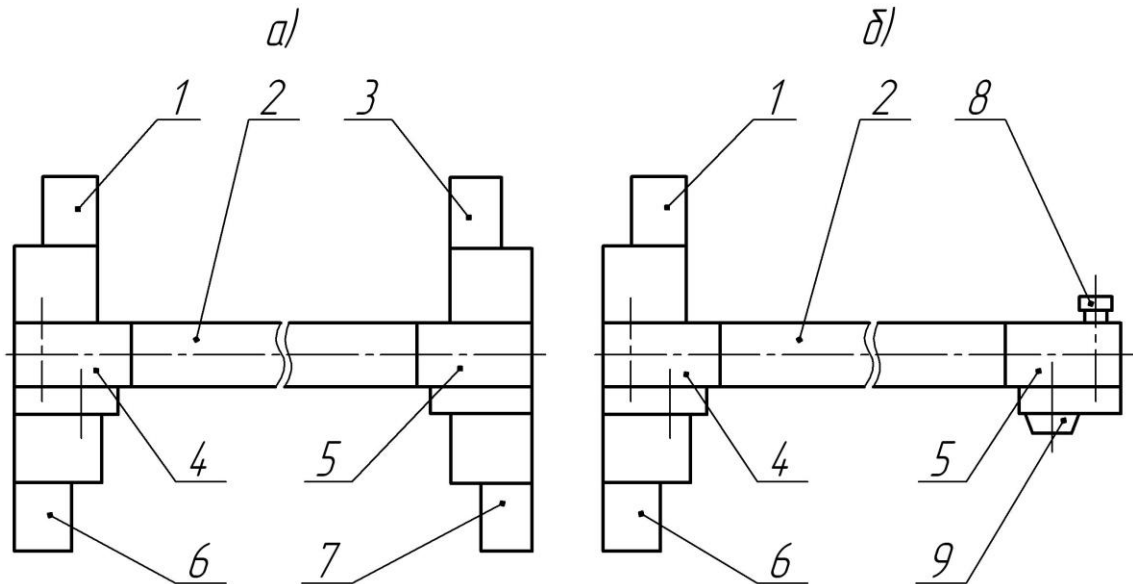
Приводная станция, в направлении которой производится транспортирование угля из забоя, называется головной, а вторая – концевой. При отработке пологих и наклонных пластов головную приводную станцию чаще называют нижней, а концевую – верхней.

При выемке выбросоопасных пластов или при работе в лавах длиной до 150 м, возможно применение струговых установок с одной приводной станцией – нижней. В этом случае вместо отсутствующего привода струга устанавливается обводная головка, а вместо отсутствующего привода конвейера – специальная опора.

На рисунке 2.27 схематично представлены варианты сборок струговых установок в зависимости от количества приводных станций.

Приводы струговых установок должны обеспечивать:

- расчетные силовые (мощность, крутящий момент) и скоростные характеристики, повторно-кратковременный режим работы с частыми пусками с продолжительностью включения не менее 60% и не менее, чем 120 включениях в час для привода струга и 30 включениях в час для привода конвейера, при этом коэффициент инерции должен быть не более 2,5 для каждого приводного электродвигателя (режим S4 по ГОСТ 183-74);



1, 3 – приводы конвейера; 2 – средняя часть конвейера;
 4, 5 – рамы конвейера; 6, 7 – приводы струга; 8 – опора;
 9 – обводная головка

**Рисунок 2.27 – Варианты сборок струговых установок:
 а) с двумя приводными станциями;
 б) с одной приводной станцией**

- высокие показатели безопасности, надежности и ремонтпригодности;
 - рациональные энергетические и механические характеристики, высокий коэффициент полезного действия;

- высокие кратности пускового $M_{п}$ и максимального M_{max} моментов по отношению к номинальному $M_{ном}$ ($M_{п}/M_{ном} \geq 2$; $M_{max}/M_{ном} \geq 2$ – для привода конвейера и $M_{max}/M_{ном} \geq 2,5$ – для привода струга);

- возможность осуществлять выбор различных скоростных режимов работы струговой установки (опережающий или отстающий) в конкретных условиях эксплуатации;

- возможность равномерной загрузки нижнего и верхнего приводов;
- охлаждение редукторов и приводных электродвигателей;
- температурную защиту обмоток электродвигателей от перегрева;

- снижение динамических нагрузок, защиту элементов и узлов приводов от поломок, а тяговых цепей от разрыва при недопустимых перегрузках;
- минимально возможные габариты, особенно, по высоте;
- расположение как в лаве, так и в прилегающих к ней горных выработках.

В струговых установках применяется электрический привод, состоящий, из рудничного взрывозащищенного одно – или двухскоростного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором, соединительной и предохранительной муфт и цилиндрического или коническо - цилиндрического редуктора. Приводы, как правило, имеют приспособления для натяжения цепей и могут оснащаться коробками скоростей с механизмами ручного переключения. Коробки скоростей обычно входят в состав редукторов. В привод струга может входить звёздочка, промежуточная рама и кронштейн с цепесьёмником. Промежуточная рама служит для размещения звёздочки струга, а также для крепления привода струга к раме конвейера. Кронштейн с цепесьёмником устанавливается на промежуточной раме и обеспечивает плавный сход цепи со звёздочки.

Составы приводов струга и конвейера некоторых струговых установок показаны на рисунках 2.30 и 2.33.

Единичная мощность односкоростных приводных электродвигателей составляет 110, 160, 200, 250, 315 или 400 кВт, а синхронная частота вращения – 1500 об/мин. Единичная мощность двухскоростных электродвигателей – 55/160, 65/200, 85/250, 105/315 или 135/400 кВт, синхронная частота вращения- 500/1500 об/мин.

Напряжения питания электродвигателей – 660 и 1140 В.

Двигатели, как правило, имеют водяное охлаждение, а также встроенную температурную защиту обморок от перегрева. В приводах конвейеров мощностью 110 кВт допускается применение электродвигателей с воздушным охлаждением.

Редукторы предназначены для увеличения крутящих моментов электродвигателей и получения необходимых скоростей движения струга или скребковой цепи конвейера в зависимости от передаточного числа и делительного диаметра приводной звёздочки.

Редукторы приводов мощностью 160 кВт и выше должны оснащаться системами водяного охлаждения.

Соединительные муфты осуществляют передачу крутящего момента от электродвигателя к редуктору. В зависимости от конструкции привода, эту роль выполняют гидромуфты, упругие или зубчатые муфты.

2.4.2 Системы защиты приводов

Для защиты приводов от поломок при недопустимых перегрузках применяются гидромуфты, упругие муфты, предохранительные муфты со срезным элементом и многодисковые фрикционные муфты.

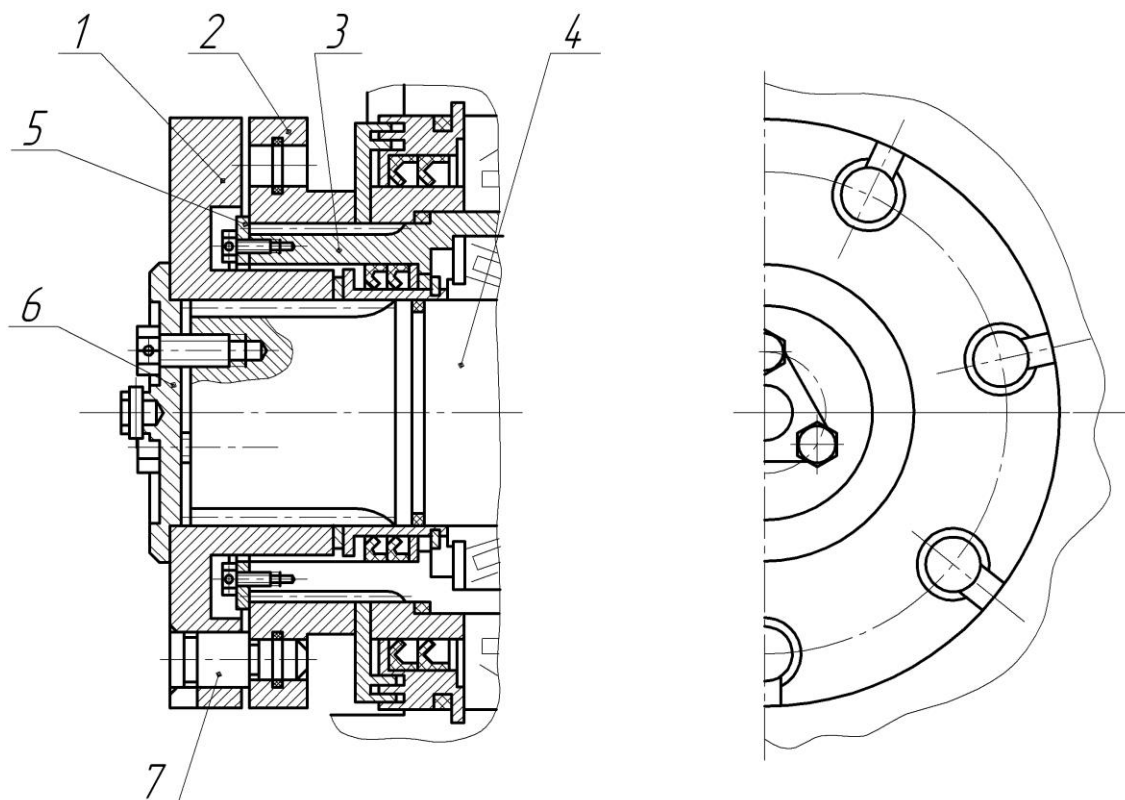
Гидромуфты относятся к гидродинамическим передачам и помимо защитных функций обеспечивают плавный запуск односкоростных электродвигателей и рациональное распределение нагрузок между приводами при многоприводной системе.

Упругие муфты также снижают влияние экстренных нагрузок, возникающих при работе струговых установок.

Предохранительная муфта со срезным элементом (пальцем) приведена на рисунке 2.28. Она устанавливается на выходном валу редуктора, состоящего из двух частей: полого вала 3 и вала звёздочки 4, который непосредственно соединяется с приводной звёздочкой струга или конвейера. Полный вал является ведущим, а вал звёздочки – ведомым.

Муфта состоит из следующих основных частей: диска 1, фланца 2, срезного пальца 7 и деталей для её крепления на валу. Срезной палец установлен в совмещённые отверстия в диске и фланце муфты и рассчитан на определённое усилие среза в зависимости от разрывного усилия тягового органа.

Муфта работает следующим образом. Вращающий момент от полого вала 3 к валу звёздочки 4 передаётся через фланец 2, срезной палец 7 и диск 1.



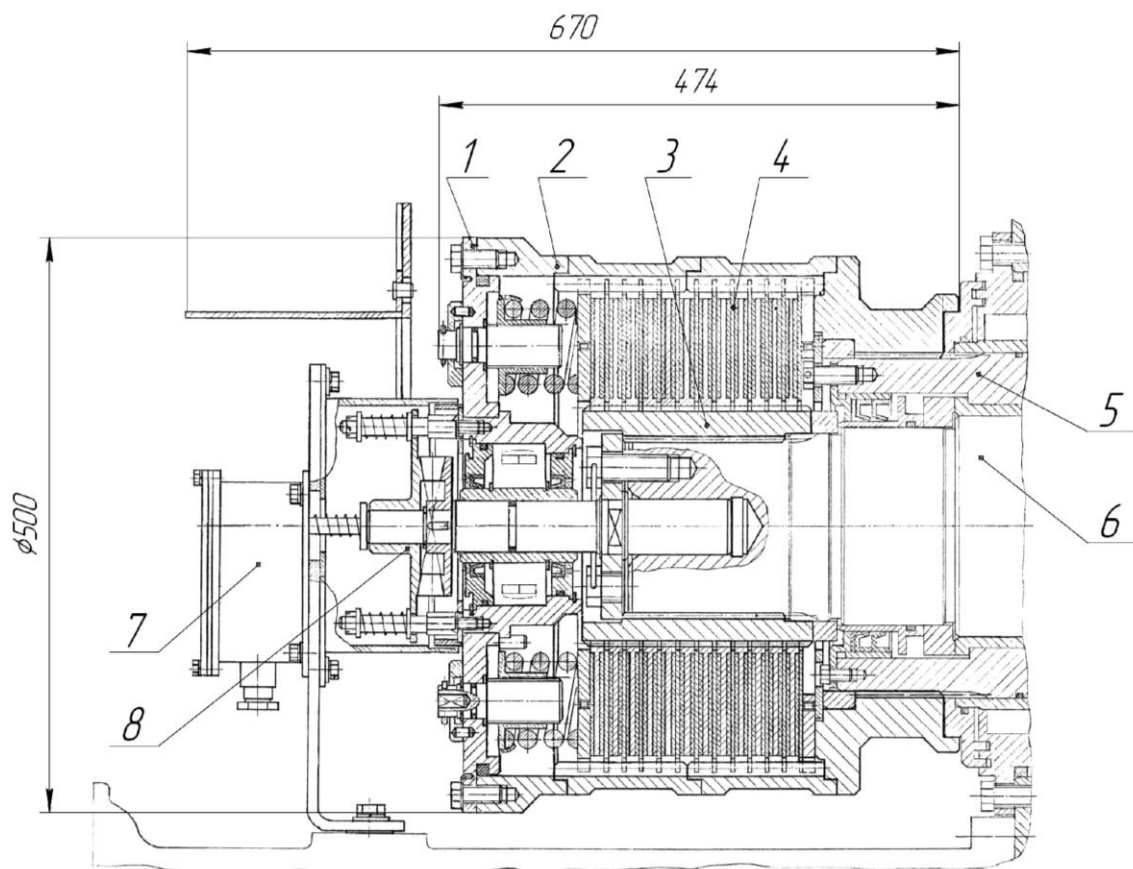
1 – диск; 2 – фланец; 3 – полый вал; 4 – вал звёздочки; 5 – кольцо;
6 – шайба; 7 – срезной палец

Рисунок 2.28 – Предохранительная муфта со срезным элементом (пальцем)

При возникновении на выходном валу редуктора момента, превышающего предельно допустимый для данного привода, палец срезается, и передача вращающего момента на вал звёздочки прекращается.

Из-за простоты и надёжности конструкции муфты со срезным пальцем широко применяются в приводах отечественных струговых установок. Однако они обладают существенным недостатком: при срезе пальцев возникают большие динамические нагрузки в элементах привода, а их ручная замена приводит к потерям рабочего времени.

По этим причинам для замены муфт со срезным пальцем в ОАО «ШахтНИУИ» разработана муфта предельного момента МПМ2 фрикционного типа для приводов мощностью до 250 кВт, представленная на рис.2.29.



1 – блок пружин; 2 – корпус; 3 – втулка; 4 – пакет дисков; 5 – полый вал;
6 – вал звёздочки; 7 – устройство отключения; 8 – кулачковая муфта

Рисунок 2.29 - Муфта предельного момента МПМ2

Муфта состоит из следующих основных частей: блока пружин 1, корпуса 2, втулки 3, пакета дисков 4, устройства отключения 7, кулачковой муфты 8 и крепёжных деталей. Корпус 2 устанавливается на полый валу 5, а втулка 3 – на валу звёздочки 6.

Пакет дисков 4 состоит из стальных дисков, имеющих с обеих сторон фрикционные накладки из специального материала, и стальных дисков без накладок. Оба типа дисков расположены в пакете с чередованием, образуя пары трения. Причём диски с фрикционными накладками имеют сцепление с втулкой 3, а диски без накладок с корпусом 2.

Принцип работы муфты заключается в следующем.

Передача момента от полого вала 5 к валу звёздочки 6 происходит за счёт сил трения, возникающих при сжатии пакета дисков 4 с помощью блока пружин 1.

Величина момента зависит от усилия сжатия, создаваемого винтовыми пружинами. Сжатие пружин производится с помощью динамометрического ключа, входящего в комплект поставки струговой установки, путём вращения специальных винтов, расположенных на торцевой поверхности блока пружин.

Зависимость между моментом затяжки винтов и предельным моментом, передаваемым муфтой, устанавливается на заводе-изготовителе муфт или приводов.

При превышении в процессе работы величины предельного момента, на который настроена муфта, пары трения в пакете дисков начинают проскальзывать. Во время проскальзывания происходит снижение пиковых нагрузок на элементы привода.

Контролируемый угол проворота пар трения задаётся конструкцией кулачковой муфты 8 и составляет от 20 до 120°. При достижении его значения кулачковая муфта расцепляется и перемещает магнит в устройстве отключения 7, что приводит к переключению магнитоуправляемых герметизированных контактов (герконов), расположенных в этом же устройстве, и затем к отключению приводных электродвигателей.

При остановке полого вала под воздействием пружин кулачковая муфта вновь сцепляется, а магнит в устройстве отключения занимает первоначальное положение. Через 2-6 с после отключения двигателей автоматически происходит восстановление готовности электрической схемы струговой установки к последующему пуску.

2.4.3 Приводы некоторых струговых установок

Приводы струговой установки 1СН99.

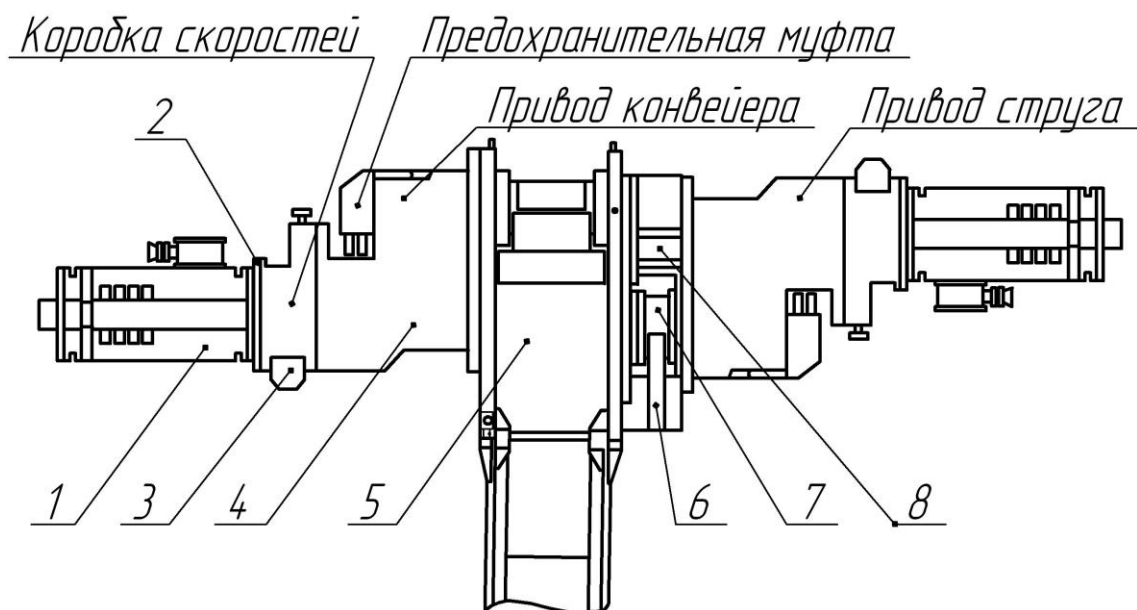
Приводы струга расположены с забойной стороны конвейера, а приводы конвейера – с завальной.

Нижняя и верхняя приводные станции имеют одинаковую конструкцию и представляют собой зеркальные отображения друг друга.

Одна из приводных станций показана на рисунке 2.30.

Приводы струга и конвейера максимально унифицированы.

Каждый привод состоит из односкоростного электродвигателя, проставки, стопорного устройства для натяжения цепей и цилиндрического четырёхступенчатого редуктора с коробкой скоростей.



1 – электродвигатель; 2 – проставка; 3 – стопорное устройство;
 4 – редуктор; 5 – рама конвейера; 6 – кронштейн с цепесьёмником;
 7 – звёздочка; 8 – промежуточная рама

Рисунок 2.30 – Приводная станция струговой установки 1СН99

В качестве приводного электродвигателя применяется специальный струговой односкоростной асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором и водяным охлаждением ЭКВ4УС2У5 мощностью 110 кВт. В приводе конвейера может также использоваться электродвигатель с воздушным охлаждением мощностью 110 кВт. Напряжение питания электродвигателей – 660 В.

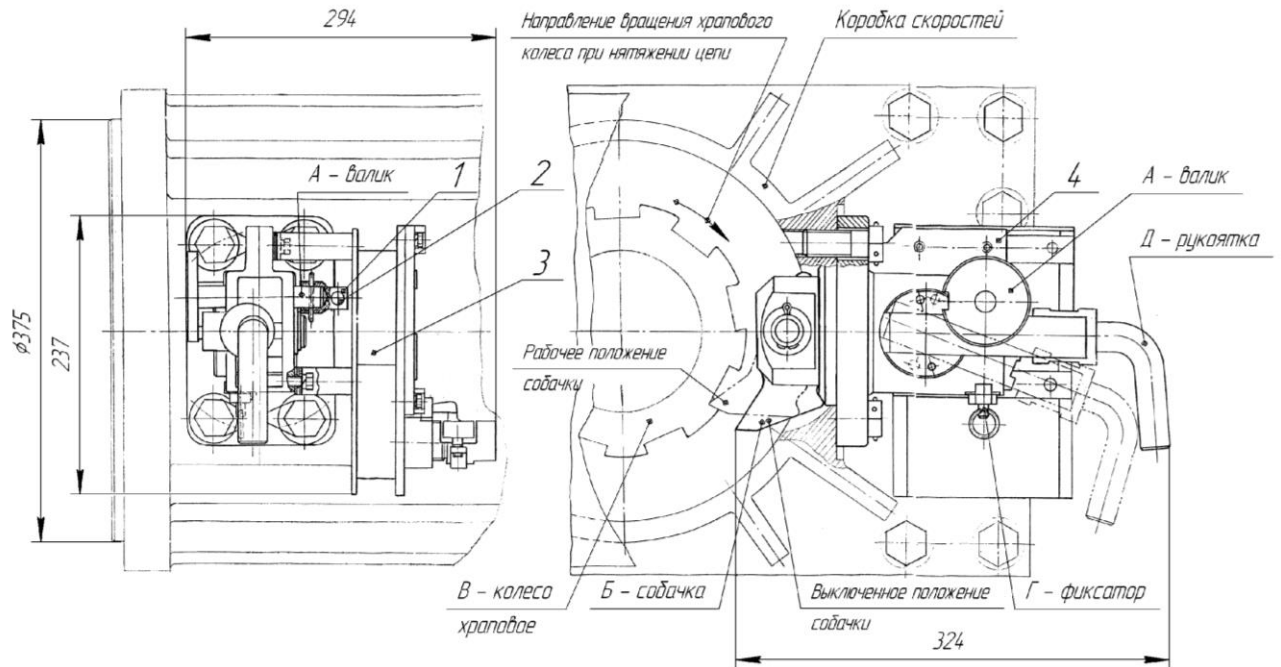
В каждом приводе устанавливается один электродвигатель.

Соединение валов электродвигателя и редуктора выполняется в корпусе коробки скоростей с помощью зубчатой муфты. Коробка скоростей позволяет получать две различные скорости вращения выходного вала с помощью механизма ручного переключения.

Защита приводов от поломок осуществляется предохранительными муфтами со срезными пальцами.

Стопорное устройство, показанное на рисунке 2.31, применяется при натяжении струговой и конвейерной цепи с помощью приводного электродвигателя и предназначено для её удержания от перемещения в сторону, обратную натяжению при соединении цепи в случае разрыва или при её укорочении(удлинении) в соответствии с изменением длины лавы. Стопорное устройство должно применяться только одновременно со стопорением цепи при помощи скобы или стопорной колодки, поставляемых со струговой установкой.

Стопорное устройство, (рис. 2.31), состоит из стопорного механизма 4, на конце валика А которого шплинтом закреплён магнитный блок 1 с магнитом 2 и электроблока 3, который крепится к корпусу стопорного механизма четырьмя болтами.



1 – магнитный блок; 2 – магнит; 3 – электроблок; 4 – стопорный механизм

Рисунок 2.31 – Стопорное устройство

Стопорный механизм 4 устанавливается в расточке корпуса коробки скоростей редуктора и закрепляется болтами.

Электроблок 3 предназначен для переключения электрических цепей управления электродвигателями приводов струга или конвейера с целью обеспечения безопасности и правильности проведения операций по натяжению цепей. Внутри корпуса электроблока, выполненного из антимагнитной стали, размещён контактный блок с герконами. Переключение герконов производится с помощью магнита 2, установленного в магнитном блоке 1.

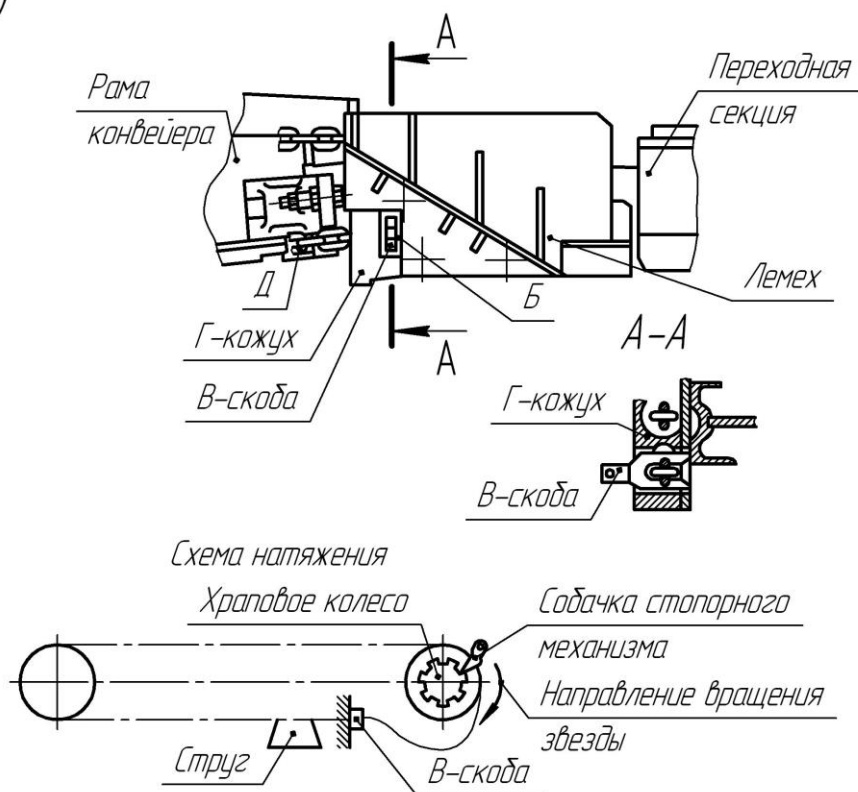
Если магнит находится в горизонтальном положении, как показано на рисунке 2.31, то электрическая цепь управления обеспечивает рабочий режим приводов, т.е. включение электродвигателей как в одну, так и в другую сторону. При этом собачка Б стопорного механизма 4 не находится в зацеплении с храповым колесом В, установленном на входном валу коробки скоростей редуктора (выключенное положение собачки). При повороте валика А стопорного механизма 4 на 90^0 магнит 2 занимает вертикальное положение, при котором электрическая цепь управления позволяет включать

электродвигатель только того привода, с помощью которого производится натяжение цепи, и только в направлении зуба собачки Б. При этом работа электродвигателя происходит только при нажатой пусковой кнопке, т. е. «без подхвата».

Натяжение цепи струга (рис. 2.32) необходимо производить в следующей последовательности:

- а) подтянуть струг в крайнее положение до упора на переходной секции;
- б) установить скобу В (рис. 2.32,а) в окно Б кожуха Г переходной секции и застопорить нижнюю ветвь Д цепи струга у того привода струга, которым будет производиться натяжение цепи;
- в) оттянуть фиксатор Г (рис. 2.31) за кольцо вниз до упора, повернуть валик А на 90^0 в любом направлении, установив магнит 2 вертикально, и зафиксировать валик А в этом положении;
- г) оттянуть рукоятку Д (рис. 2.31) на себя до упора и повернуть её вниз до установки в фиксированное положение, при этом собачка Б войдёт в зацепление с храповым колесом В (рабочее положение собачки);
- д) несколько раз кратковременно («толчками») включая электродвигатель, произвести натяжение цепи;
- е) выполнить укорочение (удлинение) и соединение цепи;
- ж) вернуть рукоятку Д в горизонтальное положение;
- з) включая «толчками» электродвигатель, освободить зажатую собачку Б из зацепления с храповым колесом В и она под воздействием пружины, повернувшись на оси, займёт выключенное положение;
- и) установить блок магнитный 1 с магнитом 2 в горизонтальное положение и зафиксировать его, при этом окажется зафиксированной и рукоятка Д стопорного механизма;

а)



б)

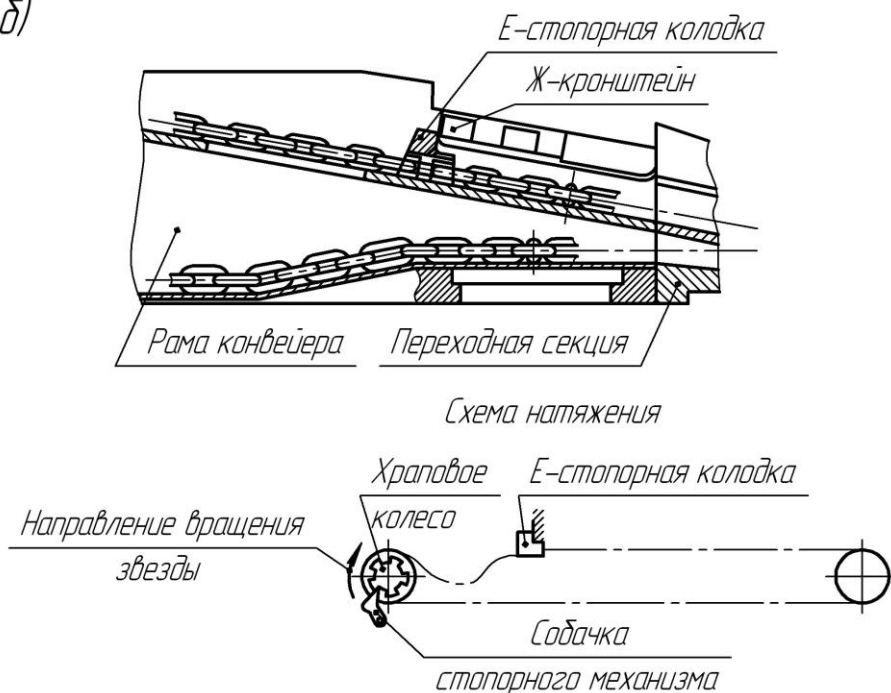


Рисунок 2.32 – Натяжение цепей: а) струга; б) конвейера

к) коротким «толчком» включить электродвигатель в сторону, обратную натяжению и извлечь из окна кожуха переходной секции скобу В (рис. 2.32,а).

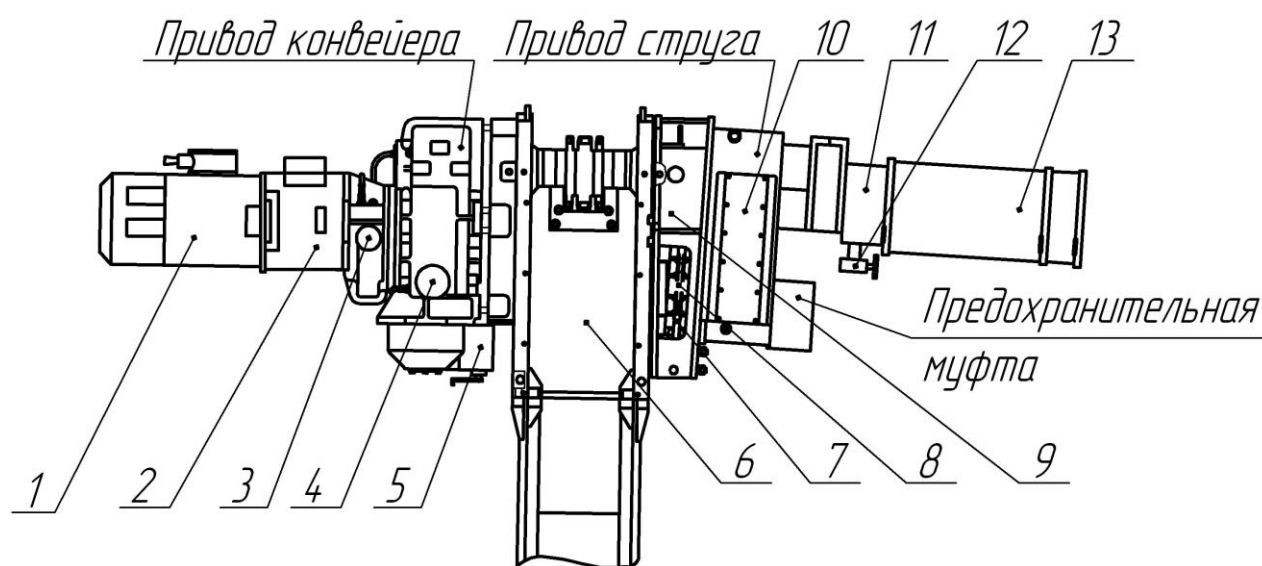
Натяжение цепи конвейера производится аналогично натяжению цепи струга с той лишь разницей, что для стопорения цепи вместо скобы необходимо

применять стопорную колодку Е (рис. 2.32,б), которая должна быть установлена на обе верхние ветви цепи конвейера с упором в кронштейны Ж рамы конвейера.

Приводы струговых установок 2СН3413 (СН.06) и 2СО3413.

Струговые установки этих типов имеют одинаковые по конструкции приводы струга и конвейера. Отличие заключается в том, что у струговой установки 2СН3413 (СН.06) приводы струга расположены с забойной стороны конвейера, приводы конвейера – с завальной, а у струговой установки 2СО3413- наоборот.

Одна из приводных станций установок показана на рисунке 2.33.



- 1, 13 – электродвигатели; 2, 11 – проставки; 3 – приставка редукторная;
 4, 10 – редукторы; 5, 12 – тормоза; 6 – рама конвейера;
 7 – кронштейн с цепесьёмником; 8 – звёздочка; 9 – промежуточная рама

Рисунок 2.33 – Приводная станция струговых установок 2СН3413 (СН.06) и 2СО3413

Приводы струга и конвейера конструктивно отличаются друг от друга. Привод струга состоит из двухскоростного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором и двумя независимыми обмотками мощностью до 85/250 кВт на напряжение 1140 В во фланцевом исполнении, проставки, упругой муфты, односкоростного цилиндрического трёхступенчатого редуктора и предохранительной муфты со срезным пальцем. Электродвигатель устанавливается на редукторе перпендикулярно к продольной оси става конвейера через проставку цилиндрической формы. Соединение валов электродвигателя и редуктора осуществляется упругой муфтой, размещаемой внутри проставки. На выходном валу редуктора привода струга установлена предохранительная муфта со срезным пальцем.

Привод конвейера может иметь как перпендикулярное, так и параллельное расположение электродвигателя по отношению к ставу конвейера.

Привод конвейера с перпендикулярным расположением электродвигателя состоит из односкоростного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором типа ЭДКВФ250L4 мощностью 160 кВт на напряжение 1140 В во фланцевом исполнении, проставки, гидромуфты, редукторной приставки и односкоростного коническо-цилиндрического трехступенчатого редуктора.

Соединение валов электродвигателя и редуктора конвейера осуществляется с помощью двухполосной гидромуфты, размещаемой внутри проставки. Через проставку электродвигатель присоединяется к редукторной приставке.

В приводе конвейера с параллельным расположением электродвигателя редукторная приставка отсутствует, и электродвигатель через проставку с гидромуфтой крепится непосредственно к редуктору.

Все электродвигатели и редукторы имеют системы водяного охлаждения.

Для обеспечения тормозного момента при натяжении цепей на обоих приводах струга и на головном приводе конвейера установлены специальные тормоза с гидродатчиками определения усилия натяжения.

2.5 Электрооборудование

Струговые установки комплектуются рудничным взрывозащищённым электрооборудованием, предназначенным для эксплуатации в подземных выработках шахт, опасных по газу (метану) и угольной пыли.

В состав электрооборудования входят:

- электродвигатели приводов струга и конвейера;
- передвижные комплектные трансформаторные подстанции;
- шахтные пусковые агрегаты;
- комплектные устройства управления или автоматические выключатели и электромагнитные пускатели;
- аппаратура управления и автоматизации;
- кнопочные посты управления;
- аппаратура связи и сигнализации;
- светильники и аппарат защиты сети освещения;
- клеммные коробки и кабельные соединители;
- электрические кабели;
- электрооборудование насосного агрегата орошения и насосных станций;

Номинальные напряжения питания переменного тока частотой 50 Гц должны составлять:

- для электродвигателей – 660 или 1140 В;
- для аппаратуры управления, автоматизации, связи и сети освещения – 127 В.

Номинальные напряжения питания переменного или постоянного тока искробезопасных цепей управления и контроля должны быть не более 24 В.

Большая часть электрооборудования струговых установок размещается в штреке на соединенных между собой колесных платформах, образуя, так называемый, энергопоезд. В состав энергопоезда входят: комплектные трансформаторные подстанции, распределительный пункт участка напряжением 660 или 1140 В (включающий комплектные устройства управления или вместо них автоматические выключатели и электромагнитные пускатели, а также пусковые агрегаты), штрековую часть аппаратуры управления, автоматизации и связи, светильники для освещения энергопоезда, клеммные коробки, насосный агрегат орошения, насосные станции и другое штрековое вспомогательное оборудование. Энергопоезд периодически перемещается вслед за продвижением очистного забоя. Обычно максимальное удаление энергопоезда от лавы составляет около 100 м.

Другая часть электрооборудования, включающая электродвигатели приводов струга и конвейера, пульты управления, различные датчики, абонентские посты связи, светильники для освещения рабочего места машиниста и лавы, клеммные коробки и другие необходимые устройства устанавливаются непосредственно на струговой установке, на секциях механизированной крепи и гидрофицированных столах (при расположении приводов на штреках).

Электрооборудование струговых установок должно обеспечивать:

- питание электроприёмников напряжением в соответствии с их техническими характеристиками;
- работу приводов струга, конвейера и вспомогательного оборудования;
- дистанционное управление с пульта управления машиниста: одним или двумя приводами струга и конвейера, четырьмя насосными станциями, штрековым перегружателем и дробилкой; с выносного пульта: одним или двумя приводами струга и конвейера (при необходимости); со вспомогательного пульта, расположенного у дальней от пульта управления машиниста приводной станции: одной насосной станцией, штрековым перегружателем и дробилкой (при необходимости);
- необходимую последовательность запуска электродвигателей приводов струга (конвейера) в зависимости от направления движения рабочего органа с регулируемой выдержкой времени между пусками (первым должен запускаться электропривод, нагруженный обратной ветвью цепи);

- автоматическое включение предупредительной звуковой сигнализации перед пуском приводов струга, конвейера, штрекового перегружателя и дробилки;
- возможность повторного включения приводных электродвигателей струга (конвейера) без подачи предупредительного звукового сигнала в течение 3...5 с после остановки;
- автоматическое управление системой секционного орошения в режимах следящего и программного орошения;
- автоматическое и дистанционное реверсирование приводов струга после остановки в заданных точках лавы с регулируемой выдержкой времени;
- запуск в автоматическом режиме совместно с пусковой аппаратурой двухскоростных электродвигателей приводов струга и конвейера на низкой скорости с последующим переходом на высокую скорость с регулируемой выдержкой времени 5...15 с;
- автоматическое переключение двухскоростных электродвигателей приводов струга с высокой скорости на низкую при приближении струга к приводным станциям на расстояние 10...15 м;
- возможность работы двухскоростных электродвигателей приводов струга и конвейера только на низкой скорости;
- автоматическое отключение приводов струга при подходе струга в крайние точки лавы датчиками положения (концевыми выключателями) с возможностью последующего дистанционного реверсирования;
- одновременное отключение приводов конвейера и струга с абонентских постов аппаратуры связи, расположенных в лаве;
- отключение приводов струга со вспомогательного пульта (технологический СТОП);
- отключение всех пускателей или контакторов комплектных устройств управления с абонентских постов аппаратуры связи, расположенных в лаве, и со вспомогательного пульта, а также получение информации о номере абонентского поста, на котором нажата и зафиксирована кнопка аварийного отключения;
- аварийное дистанционное отключение автоматических выключателей распредпункта участка с пульта управления машиниста и выносного пульта;
- автоматическое отключение приводных электродвигателей струга (конвейера) после срабатываний муфт предельного момента (при их наличии) при перегрузках приводов, а также после срабатываний тепловых защит муфт и восстановление готовности аппаратуры управления к последующему пуску с выдержкой времени в пределах 2...6 с после отключения;
- визуальный контроль токов нагрузки приводных электродвигателей струга (конвейера) по приборам на пульте управления машиниста;

- непрерывный визуальный контроль местонахождения струга в лаве и направления его движения по индикации на пульте управления машиниста;
- сохранение информации о местонахождении струга в лаве при перерывах питания;
- световую индикацию состояния (включено, отключено) объектов управления;
- электрический контроль давления в гидросистемах насосных станций;
- контроль исправности внешних цепей управления;
- автоматическое отключение и невозможность включения объектов управления при обрыве или замыкании проводов во внешних цепях управления;
- громкоговорящую связь в лаве, а также между абонентами на штреке и в лаве;
- искробезопасность цепей дистанционного управления;
- нулевую защиту;
- защиту от токов короткого замыкания всех присоединений на 127, 660 или 1140 В;
- защиту электродвигателей от перегрева, а так же токовую защиту их от перегрузки, опрокидывания и несостоявшегося пуска;
- защиту от обрыва или увеличения сопротивления цепи заземления выше 100 Ом при напряжении до 660 В включительно и выше 50 Ом при напряжении 1140 В;
- защиту от токов утечки в цепях 127, 660 или 1140 В, а также световую сигнализацию о срабатывании реле утечки;
- блокировки, препятствующие включению любого силового автоматического выключателя, пускателя или контактора комплектного устройства управления при снижении сопротивления изоляции в отходящей цепи ниже 30 кОм при напряжении до 660 В включительно и ниже 100 кОм при напряжении 1140 В;
- блокировки, препятствующие пуску или работе струга и конвейера:
 - а) при отсутствии предупредительного сигнала;
 - б) при невключении или отключении одного из приводов струга (конвейера), насосного агрегата орошения;
 - в) при неисправности цепей электроблоков стопорных устройств приводов (при их наличии);
 - г) при падении давления воды в магистрали орошения и в системе охлаждения приводов ниже предельно установленных величин.

Ниже приведены краткие характеристики электрооборудования, применяемого для комплектования струговых установок.

2.5.1 Электродвигатели приводов струга и конвейера

Сведения об этих электродвигателях содержатся в подразделе 2.4.

2.5.2 Передвижные комплектные трансформаторные подстанции

Передвижные комплектные трансформаторные подстанции служат для преобразования напряжения 6 кВ переменного трехфазного тока частотой 50 Гц в напряжение 0,69 или 1,2 кВ и обеспечивают питание электроприёмников струговой установки и комплекса, а также защиту низковольтной сети от токов утечки и токов короткого замыкания. Для струговых установок применяют, как правило, две трансформаторные подстанции мощностью 400, 630 или 1000 кВА каждая в зависимости от расчётной нагрузки, присоединённых к подстанции электроприёмников. От одной подстанции получают питание электродвигатели приводов струга, насосного агрегата орошения, двух насосных станций, штрекового перегружателя, а также шахтный пусковой агрегат со своей нагрузкой. От второй подстанции получают питание электродвигатели приводов конвейера, двух насосных станций и дробилки.

К примеру, в состав электрооборудования струговых установок 2СН3413 (СН.06) и 2СО3413 входят две комплектные трансформаторные подстанции типа КТПВ-630/6-1,2УХЛ5 с номинальным высшим напряжением 6 кВ, номинальным низшим напряжением 1,2 кВ и мощностью 630 кВА каждая.

2.5.3 Шахтные пусковые агрегаты

Шахтные пусковые агрегаты предназначены для преобразования напряжения 660 или 1140 В переменного трехфазного тока в напряжение 133 В для питания аппаратуры управления, автоматизации, связи и сети освещения.

В струговых установках 1СН99 и СО75М-50 применяется шахтный пусковой агрегат АПШ.М.01 с номинальным напряжением первичной сети 660 В, а в струговых установках 2СН3413 (СН.06) и 2СО3413 – агрегат АПШ.М.02 с номинальным напряжением первичной сети 1140 В. Номинальная мощность агрегатов составляет 4 кВА.

2.5.4 Комплектные устройства управления

В струговых установках 1СН99 и СО75М-50 для дистанционного управления электроприёмниками на напряжение 660 В и их защиты применяются комплектные устройства управления типа СУВ-350А с воздушными контакторами или типа СУВ-350АВ с вакуумными контакторами.

Комплектные устройства управления имеют следующие технические данные:

- номинальное напряжение сети – 660 В;
- частота тока – 50 Гц;
- максимальный ток суммарной нагрузки – 375 А;

- ток транзитной нагрузки – 150 А.

Каждое комплектное устройство управления содержит в одном взрывобезопасном корпусе разъединитель, автоматический выключатель, контакторы на токи 25, 63 и 250 А, блоки максимальной токовой защиты, блоки управления, трансформаторы тока и напряжения, измерительные показывающие приборы, устройства сигнализации и другую аппаратуру. Аппаратуру на главное напряжение сети можно разделить на две части: аппаратуру, установленную непосредственно в корпусе и являющуюся общей для всех выводов устройства, и аппаратуру, размещенную в трёх отсеках на выдвижных блоках и предназначенную для отдельных выводов. Отсеки снабжены быстрооткрываемыми крышками.

Каждое комплектное устройство рассчитано на управление восемью электроприёмниками, три из которых могут управляться по реверсивной схеме (два реверсивных вывода на ток 250 А и один реверсивный вывод на 25 А).

В струговых установках применяются два комплектных устройства управления.

К выводам одного устройства управления подключаются электродвигатели приводов струга, насосного агрегата орошения, двух насосных станций, штрекового перегружателя. Шахтный пусковой агрегат обычно подключается к зажимам главного ввода устройства.

К выводам второго устройства управления подключаются электродвигатели приводов конвейера, двух насосных станций и дробилки.

2.5.5 Автоматические выключатели и электромагнитные пускатели

В струговых установках 2СН3413 (СН.06) и 2СО3413 для дистанционного управления электроприёмниками на напряжение 1140 В и их защиты в связи с отсутствием подходящих комплектных устройств управления применены взрывозащищенные выключатели ВВ-400ДОУ5 и электромагнитные пускатели ПВР-125У5, ПВР-250РУ5 и ПВ250Д или ПВР-250Д2.

Выключатели ВВ-400ДОУ5 предназначены для защиты отходящих от них силовых цепей от токов короткого замыкания и аварийного дистанционного отключения всех электроприёмников струговой установки и комплекса кроме освещения, аппаратуры управления, автоматизации и связи. Номинальный ток продолжительного режима выключателей равен 400 А.

В электрооборудовании струговых установок используются два выключателя, к которым присоединяются электромагнитные пускатели. Распределение нагрузки между двумя выключателями аналогично распределению нагрузки между двумя комплектными устройствами управления.

Электромагнитные пускатели предназначены для дистанционного управления электроприёмниками, а также для защиты от токов короткого замыкания и перегрузки отходящих силовых цепей.

Для управления односкоростными электродвигателями приводов конвейера используются два реверсивных пускателя ПВР-250РУ5 с номинальным током 250 А, а для управления двухскоростными электродвигателями приводов струга – два специальных пускателя ПВ250Д или ПВР-250Д2 с номинальным током 250 А, которые работают в комплекте с двумя реверсивными пускателями ПВР-250РУ5, поскольку сами являются неререверсивными. Для пуска и остановки электродвигателей насосного агрегата орошения и насосных станций применяются пять неререверсивных пускателей ПВР-125У5 с номинальным током 125 А.

2.5.6 Аппаратура управления и автоматизации

В качестве основной аппаратуры управления и автоматизации струговых установок применяется комплекс аппаратов регулирования и управления стругом АРУС.1М.УХЛ5.

В состав комплекса аппаратов входят: пульт управления, выносной пульт, вспомогательный пульт, блок дистанционного управления, датчик перемещения струга, два датчика положения струга (концевых выключателя), четыре датчика тока, излучатель (головной телефон), клеммные коробки, линейные разъёмы, два комплекта блоков сопротивлений и кабельные перемычки.

Пульт управления предназначен для выполнения машинистом струговых установок и комплексов всех операций по управлению электроприёмниками и получения необходимой информации о состоянии объектов управления и устройств автоматизации. На двух лицевых панелях пульта управления (рис. 2.34), располагаются органы управления и регулирования, а также показывающие приборы и средства индикации.

Переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ, расположенный на правой лицевой панели, позволяет выбирать режим работы струга и конвейера: одним или двумя приводами. При установке переключателя в положение ДАЛЬНИЙ или БЛИЖНИЙ можно включить только дальний или ближний по отношению к месту расположения пульта привод струга и конвейера. При установке переключателя в положение РАБОЧИЙ можно работать двумя приводами.

Переключатель РОД РАБОТЫ, расположенный на левой лицевой панели, определяет характер управления стругом. При установке переключателя в положение АВТОМ. привода струга в процессе работы будут автоматически реверсироваться на заданных машинистом с помощью переключателей ПРЕДЕЛ РЕВЕРСА границах участка лавы. При установке переключателя в положение П/АВТОМ. струг будет останавливаться на выбранных границах

участка лавы. В положении РУЧНОЙ машинист управляет стругом с помощью кнопок.

На левой лицевой панели также расположены цифровой и аналоговый (в виде линейки) индикаторы, показывающие местонахождение струга. Причем четыре единицы показания цифрового индикатора (счетчика) соответствуют одному рештаку, что наглядно показывает аналоговый индикатор. Аналоговый индикатор отображает движение струга в виде перемещающейся светящейся точки.

При размещении приводов струговой установки на штреках пульт управления, как правило, устанавливается на специальном посту управления машиниста, представляющем собой металлическую кабину.

Пост управления присоединяется к гидрофицированному столу, на котором закреплены приводы, и перемещается вместе с ним.

При размещении пульта управления в лаве он устанавливается вблизи приводной станции и при помощи отрезков цепи крепится к элементам лавного конвейера.

Выносной пульт управления предназначен для обеспечения безопасных условий работы машиниста струговой установки (например, в случае прохода мест с неустойчивой кровлей). С выносного пульта обеспечивается управление приводами струга при ручном роде работы с сохранением функций отключения струга датчиками положения (концевыми выключателями), управление приводами конвейера, а также аварийное отключение автоматических выключателей распределителя участка. Электрическое соединение выносного пульта с пультом управления осуществляется с помощью штепсельного разъема и кабельной перемычки длиной 30 м. При этом передача функций управления на выносной пульт производится путем установки переключателя ВПУ на левой лицевой панели пульта управления в положение ВКЛ.

Вспомогательный пульт устанавливается у дальней от пульта управления машиниста приводной станции на штреке или в лаве.

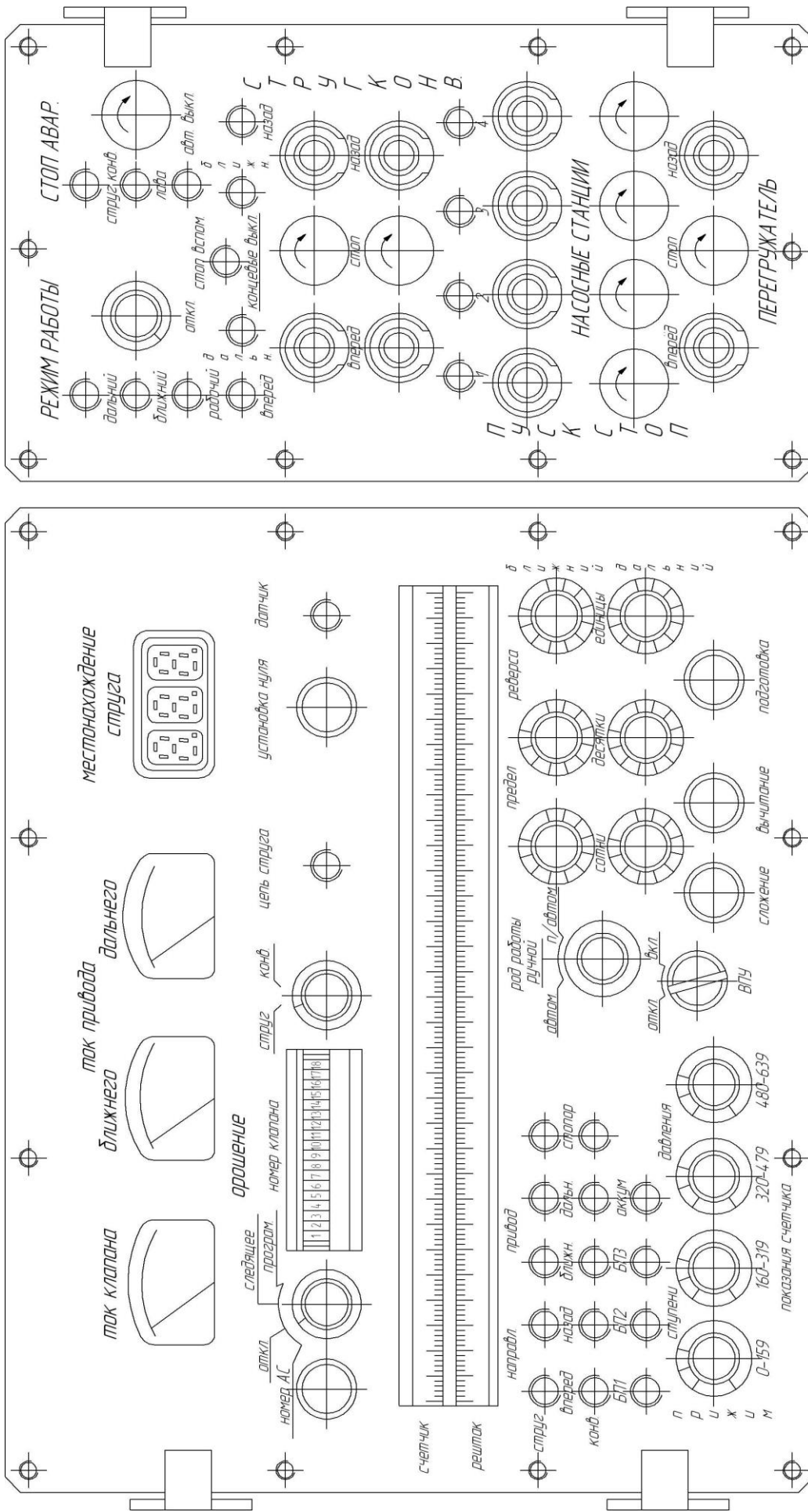


Рисунок 2.34 – Лицевые панели пульта управления

При расположении вспомогательного пульта на штреке он устанавливается на приводной станции или гидрофицированном столе, а при расположении в лаве – снабжается салазками и крепится к элементам конвейера с помощью отрезков цепи.

Со вспомогательного пульта может при необходимости обеспечиваться управление одной насосной станцией, штрековым перегружателем, дробилкой, а также отключение струга, конвейера штрека соответствующими кнопками и всех пускателей распределительного пункта участка кнопкой СТОП АВАР.

Блок дистанционного управления предназначен для приёма команд, идущих с пульта управления, обеспечения заданного алгоритма работы струга и конвейера и управления контакторами комплектных устройств управления или электромагнитными пускателями.

Блок дистанционного управления имеет металлический корпус, в котором размещены элементы электрической схемы. Он устанавливается в энергопоезде участка.

Датчик перемещения струга служит для преобразования вращательного движения звездочки привода струга в последовательные импульсы и обеспечивает совместно с электронной частью пульта управления работу цифрового и аналогового индикаторов местонахождения струга, системы секционного орошения, автоматическое и полуавтоматическое управление приводами струга.

Датчик перемещения струга устанавливается на редукторе ближнего по отношению к пульту управления машиниста привода струга таким образом, чтобы вал датчика был соединен с выходным валом редуктора.

Датчики положения струга применяются в качестве конечных выключателей для остановки приводов при подходе струга к приводным станциям. Внутри корпуса датчика размещены магнитоуправляемый герметизированный контакт (геркон) и элементы электрической схемы.

Принцип действия датчика положения струга заключается в воздействии магнита на геркон. Блок с магнитами устанавливается на струге.

Датчики положения размещаются на конечных участках средней части конвейера. В струговых установках 1СН99 и 2СН3413 (СН.06) они устанавливаются в отверстия на нижней полке угольников специальных секций, а в струговых установках СО75М-50 и 2СО3413 – на специальные кожуха конвейера.

Датчики тока предназначены для преобразования токов нагрузки электродвигателей приводов струга и конвейера в пропорциональные им токи искробезопасного уровня, необходимые для работы блока контроля нагрузки двигателей в пульте управления и присоединенных к нему показывающих приборов. Для каждого электродвигателя приводов струга и конвейера

используется отдельный датчик тока. Эти датчики размещаются в комплектных устройствах управления или пускателях.

На рабочем месте машиниста струговой установки и комплекса во избежание неоправданной остановки машины из-за неясности восприятия звуковой информации, поступающей от рабочих очистного забоя, предусматривается установка специального излучателя, оформленного в виде головного телефона, который подключается к пульту управления. Излучатель состоит из телефона и кнопки для его включения.

Клеммные коробки, входящие в состав комплекса аппаратов АРУС.1М, предназначены только для искробезопасных цепей и используются для подключения выключателей орошения, размещенных в лаве, и электрических устройств, расположенных на приводах струговых установок (электроблоков стопорных устройств, контактов реле давления систем охлаждения приводов, устройств отключения муфт предельного момента).

Линейные разъёмы АРУС.1М служат для обеспечения быстрого соединения и разъединения отрезков кабелей управления, предназначенных для прокладки искробезопасных электрических цепей.

Два комплекта блоков сопротивлений используются для определения по прибору ТОК КЛАПАНА на левой лицевой панели пульта управления номеров пары абонентских постов связи в лаве, на одном из которых нажата и зафиксирована кнопка аварийного отключения. Блоки сопротивлений встраиваются в абонентские посты связи при монтаже электрооборудования.

При аварийном отключении из лавы, о чём сигнализирует отключенный индикатор ЛАВА на правой лицевой панели пульта управления, необходимо на левой лицевой панели пульта установить переключатель ОРОШЕНИЕ в положение НОМЕР АС. Затем нажать кнопку НОМЕР АС на время, необходимое для успокоения стрелки прибора ТОК КЛАПАНА и считывания показаний величины тока в миллиамперметрах. Соответствие величины тока и номеров пары абонентских постов, на одном из которых нажата и зафиксирована кнопка аварийного отключения, приведено в табличке, установленной на левой лицевой панели пульта.

Кабельные перемычки предназначены для электрического соединения всех аппаратов АРУС.1М и обеспечения их функционирования в составе струговой установки и комплекса.

В аппаратуру управления и автоматизации струговых установок 2СН3413 (СН.06) и 2СО3413 входят также искробезопасные электроконтактные устройства ИКУ-2 и искробезопасное реле времени РВИ.1М.

Устройства ИКУ-2 предназначены для обеспечения дистанционного аварийного отключения двух автоматических выключателей ВВ-400ДОУ5 распределителя участка, контроля их работы, а также для переключения скорости двухскоростных электродвигателей приводов струга совместно с

другими аппаратами (пускателями, комплексом аппаратов АРУС.1М, реле времени РВИ.1М и кнопочным постом управления КУ-91-РВ ExdIY5).

Реле времени РВИ.1М обеспечивает запуск двухскоростных электродвигателей приводов струга только на низкой скорости и последующего автоматического переключения их на высокую скорость с регулируемой выдержкой времени, устанавливаемой в пределах 5...15 с.

2.5.7 Кнопочные посты управления

Кнопочный пост управления КУ-91-РВ ExdIY5 (СТОП) применяется для ручного переключения скорости двухскоростных электродвигателей приводов струга. Он подключается к пульту управления АРУС.1М и крепится к нему с боковой стороны с помощью кронштейна.

Кнопочные посты КУ-92-РВ ExdIY5 (ПУСК, СТОП) используются для проверки работы насосных станций и насосного агрегата орошения в месте их установки в энергопоезде участка.

В случае необходимости управления дробилкой с места машиниста струговой установки возле пульта управления устанавливается и подключается кнопочный пост управления КУ-93-РВ ExdIY5 (ВПЕРЕД, НАЗАД, СТОП).

2.5.8 Аппаратура связи и сигнализации

Со струговыми установками в основном применяется аппаратура громкоговорящей связи и предупредительной сигнализации в лаве типа АС-3С.М-ШУХЛ15, состоящая из станции громкоговорящей связи, тридцати абонентских постов и концевого блока. Аппаратура обеспечивает громкоговорящую связь между абонентами на штрэке и в лаве, подачу и контроль прохождения предупредительного звукового сигнала перед началом перемещения струга и тягового органа конвейера, а также выдачу команд с абонентских постов, размещаемых в лаве, на одновременное отключение приводов струга и конвейера кнопкой СТОП КОНВ. и отключение всех пускателей струговой установки и комплекса кнопкой СТОП АФВ. При отсутствии напряжения в сети питание аппаратуры осуществляется от аккумуляторного блока, расположенного в станции.

Станция громкоговорящей связи устанавливается в энергопоезде участка. Абонентские посты размещаются в энергопоезде, возле пульта управления машиниста, на бортах лавного конвейера с шагом не более 10 м, а также возле вспомогательного пульта. Концевой блок, предназначенный для контроля поступления предупредительного сигнала на последний абонентский пост и контроля целостности цепей линии управления, закрепляется и подключается к последнему абонентскому посту со стороны свободного кабельного ввода.

Для обеспечения подачи звукового сигнала перед пуском в работу штрекового перегружателя и дробилки применяется устройство предупредительной сигнализации типа ПС-КУ.

2.5.9 Светильники и аппарат защиты сети освещения

В комплект поставки электрооборудования струговых установок входят рудничные люминесцентные светильники с одной компактной лампой ЛСР (К)-1-127. Номинальное напряжение питания светильника составляет 127 В, номинальная мощность лампы – 25 Вт, световой поток – не менее 1280 лм. Светильники должны размещаться в энергопоезде участка, на посту управления машиниста и на секциях крепи в лаве.

Разработан отечественный рудничный светильник со светодиодным источником света. В сравнении с существующими люминесцентными светильниками срок службы источника увеличен в 100 раз. После освоения производства этих светильников ими будут оснащаться струговые установки.

В качестве аппарата защиты протяженной сети освещения от токов короткого замыкания применяется шахтный автоматический выключатель ВАШ-10УХЛ5. Номинальный ток выключателя составляет 10 А, а ток уставки максимальной токовой защиты – 30 А.

2.5.10 Клеммные коробки и кабельные соединители

Помимо клеммных коробок, поставляемых с комплексом аппаратов АРУС.1М, в состав электрооборудования струговых установок входят также аналогичные коробки, предназначенные для подключения искробезопасных цепей управления и контроля (цепей дистанционного отключения автоматических выключателей, цепей управления приводами конвейера и насосными станциями).

Для облегчения операций, связанных переноской в процессе эксплуатации силовых кабелей, питающих электродвигатели приводов струга и конвейера, эти кабели разделяются на отрезки, быстрое соединение и разъединение которых осуществляется с помощью линейных соединителей СНВ-250М-ЛХЛ5 на 660 или 1140 В.

Номинальный ток главной цепи соединителя – 250 А, номинальный ток цепи управления – 10 А. Конструкция соединителей позволяет производить разъединение главных контактов после размыкания цепи дистанционного управления, что обеспечивает снятие напряжения с этих контактов.

2.5.11 Электрические кабели

Для подключения электрооборудования струговых установок и комплексов применяются в основном электрические кабели следующих марок:

- кабели силовые гибкие экранированные шахтные КГЭШ на напряжение 1140 В – для прокладки силовых цепей и подключения электродвигателей;

- кабели силовые особо гибкие экранированные шахтные КОГВЭШ или КОГРЭШ на напряжение 660 В – для цепей питания 127 В аппаратуры управления, автоматизации и связи, для прокладки сети освещения и подключения светильников;

- кабели управления гибкие шахтные КГВШ на напряжение до 380 В – для цепей управления и контроля.

2.5.12 Электрооборудование насосного агрегата орошения и насосных станций состоит из электродвигателей приводов насосов и электрической части реле давления различного назначения и датчиков – реле температуры.

2.6 Гидрооборудование

Гидрооборудование струговой установки предназначено для прижатия струга к забою, перемещения конвейерного става после прохода струга, управления базой струговой установки в плоскости пласта и управления удерживающими устройствами струговой установки. Гидрооборудование струговой установки (рис.2.35) состоит из насосной станции 1, предназначенной для подачи водной эмульсии под давлением в магистрали высокого и низкого давления; блока фильтров 2, очищающего рабочую жидкость, поступающую из лавы в бак насосной станции по сливной магистрали; шаровых кранов 3, предназначенных для регулирования потоков рабочей жидкости; гидроцилиндров управления 4, предназначенных для управления стругом в плоскости пласта; манометров 5, предназначенных для контроля за величинами давления в магистралях установки; блоков управления 6, предназначенных для управления группами цилиндров управления 4; гидроблоков 7, предназначенных для запираания одноименных полостей левой и правой групп гидроцилиндров управления; сливных коллекторов 8 в сливной магистрали, имеющих два присоединительных гнезда для подстыковки к этой магистрали (одно из них имеет шариковый обратный клапан); коллекторов 9 в магистрали высокого давления, имеющих два присоединительных гнезда для пристыковки к этой магистрали; гидроцилиндров передвижки 10, предназначенных для прижатия струга к забою, перемещения конвейерного става после прохода струга и управления базой струговой установки в плоскости пласта при работе с комплектными и индивидуальными крепями.

Основными техническим документом, устанавливающим перечень необходимых элементов гидрооборудования на этапе проектирования и определяющим порядок выполнения операций при работе струговой

установки, является гидравлическая принципиальная схема гидрооборудования струговой установки.

Гидрооборудование имеет ряд особенностей:

- энергия рабочей жидкости передается на большое расстояние (200 м и более), что приводит к значительным изменениям параметров потока рабочей жидкости по длине лавы;

- большое количество блоков управления, гидроблоков, гидроцилиндров управления и передвижки. Поэтому вопросы герметичности и надежности элементов гидросистемы приобретают большое значение;

- работа элементов гидрооборудования проходит в атмосфере большой запыленности или обводненности горных выработок;

- однотипность элементов гидрооборудования позволяет снизить затраты на изготовление, повысить качество и улучшить их эксплуатационные показатели.

При эксплуатации гидрооборудования необходимо выполнять следующие правила:

- регулярно контролировать уровень водной эмульсии в насосной станции и следить за своевременной очисткой фильтров;

- вести постоянный контроль за качеством водной эмульсии;

- при замене водной эмульсии на новую необходимо промыть всю систему свежей эмульсией.

Насосная станция преобразует механическую энергию электродвигателей в потенциальную и кинематическую энергию рабочей жидкости с заданными основными параметрами по давлению и подаче. Подача определяет время выполнения операций, а давление – силы, развиваемые гидроцилиндрами управления и передвижки установки. Из соображений безопасности и экономичности в качестве рабочей жидкости применяется водная эмульсия. За ее физическими свойствами и химическим составом необходимо вести постоянный контроль. Очистка водной эмульсии ведется фильтрами насосной станции и струговой установки.

Прижатие струга и перемещение конвейерного става струговой установки к забою выполняют гидроцилиндры передвижки секций крепи при работе с агрегатированными крепями или струговой установки при работе с комплектными и индивидуальными крепями.

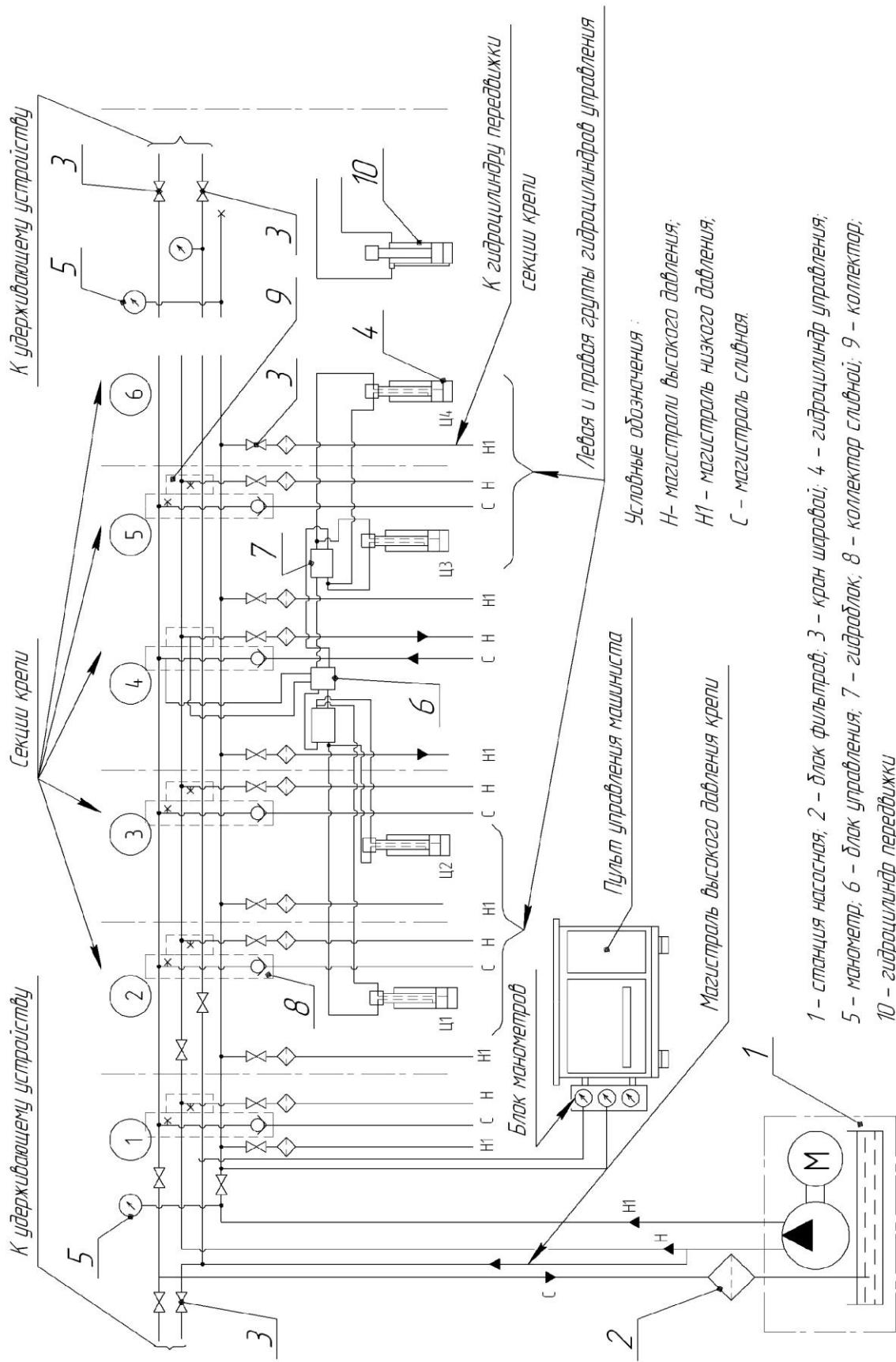


Рисунок 2.35 – Гидрооборудование струговой установки

При передвижке конвейера струговой установки скользящего типа необходимо, чтобы кромки наклонных направляющих прилегали к забою, так как в противном случае не будет обеспечена равномерность толщины стружки.

При передвижке необходимо следить за прямолинейностью конвейера по длине лавы.

Управление стругом в плоскости пласта ведется гидроцилиндрами управления или передвижки струговой установки.

Для струговой установки скользящего типа подъем или опускание завальной стороны конвейера ведется плавно гидроцилиндрами управления.

Для струговой установки отрывного типа при работе с индивидуальными и комплектными крепями опускание и подъем завальной стороны конвейера ведется ступенчато гидроцилиндрами струговой установки, а при работе с агрегатированной крепью регулирование ведется плавно гидроцилиндрами управления.

Гидроцилиндры управления устанавливаются по лаве через одну линейную секцию конвейера на его завальной стороне. Их штоки крепятся к кронштейнам на линейных секциях конвейера, а сферическим дном цилиндры опираются на специальные опоры. Этими гидроцилиндрами ведется плавная регулировка положения завальной стороны конвейера по высоте.

В левую и правую группы гидроцилиндров управления входят по два гидроцилиндра.

Пятипозиционные блоки управления устанавливаются на борту конвейера между левой и правой группами гидроцилиндров управления. Фиксация раздвижки этих групп гидроцилиндров в заданных положениях ведется двумя гидроблоками. Запираются одноименные полости групп гидроцилиндров управления гидрозамками гидроблоков, которые устанавливаются на борту конвейера.

При управлении базой струговой установки необходимо не допускать прогрессирующего увеличения оставшегося «земника» в процессе передвижки конвейера. При работе струговой установки на слабых почвах (временное сопротивление вдавлению которых равно или меньше 3 МПа) следует следить за тем, чтобы струг не «строгал» почву.

Кроме основных операций гидроцилиндры управления выполняют вспомогательные операции, связанные с проведением монтажных или ремонтных работ.

Одним из недостатков этой системы управления является небольшой запас хода гидроцилиндров управления при опускании завальной стороны конвейера.

Магистральные линии объединяют все элементы гидрооборудования в единую гидросистему. Для контроля за величинами давлений в магистралях высокого и низкого давлений устанавливают манометры. Давления можно

контролировать на насосной станции и на блоке манометров пульта машиниста. В магистральных устанавливаются краны шаровые, которые необходимы при выполнении работ, связанных с техническим обслуживанием и ремонтом гидрооборудования.

Поддержание заданных величин рабочих давлений в магистральных струговой установки ведется аппаратурой регулирования и редукционным клапаном насосной станции.

2.7 Система пылеподавления

Борьба с пылью при работе струговой установки ведется методами предупреждения пылеобразования и пылеподавления.

К методу предупреждения пылеобразования относится предварительное увлажнение угольного пласта путем нагнетания воды в пласт под высоким давлением. Благодаря этому, пыль при выемке угля не переходит во взвешенное состояние. Дополнительно для снижения концентрации пыли в лаве необходимо вести проветривание горной выработки потоком воздуха, имеющим оптимальные параметры по скорости и чистоте.

К методу пылеподавления относится способ подавления пыли распылением воды под давлением оросителями на поверхность угольного пласта и в зону работающего струга. При этом происходит связывание и увлажнение каплями воды осевшей или находящейся в горной массе пыли, а также улавливание и осаждение взвешенной пыли из атмосферы.

Для борьбы с угольной пылью, образующейся в лаве при скалывании, погрузке и транспортировании угля, в струговой установке предусмотрена система пылеподавления, принципиальная схема которой приведена на рис.2.36.

Орошение (рис.2.36) состоит из электронасосного (насосного) агрегата 1 и фильтра 2, расположенных на штреке; магистрального водопровода, проходящего от насосного агрегата транзитом через выключатели орошения 4; блоков оросителей 3, объединенных в секции рукавами высокого давления; выключателей орошения 4, расположенных на борту конвейера с завальной стороны с шагом 30 м; реле давления 7, блокирующего запуск и работу струга при неработающей системе пылеподавления и при падении давления в магистральном водопроводе ниже 1,6 МПа; оросительных насадок 8, состоящих из шарового крана и оросителя; манометра 6, по которому контролируется давление воды в магистральном водопроводе; шаровых кранов 5 соединяющих секции оросителей с выключателями.

В зависимости от давления в магистральном водопроводе орошение может относиться к орошению низкого давления (ОНД) при давлении 3,5 – 5 МПа или к орошению высокого давления (ОВД) при давлении 12,5 – 16 МПа. Электронасосный агрегат ЦНСГА13-350 применяют в ОНД, а агрегат насосный

АНУ320-55 в ОВД. Допускается работа орошения от пожарно-оросительного водопровода при условии, что давление на входе в лаву будет стабильным и равняться 3,5 МПа, а вода пройдет очистку от механических примесей фильтром на штреке.

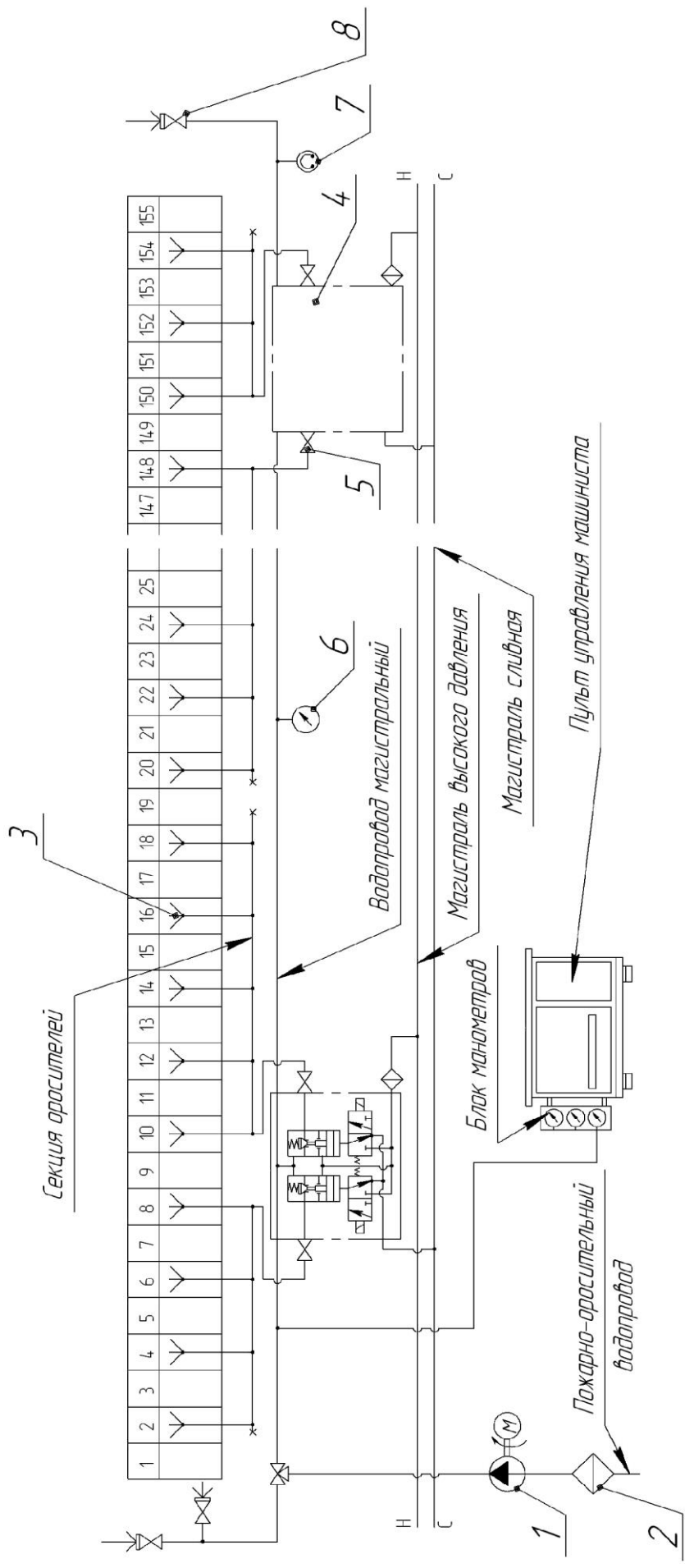
В единую гидравлическую систему элементы орошения объединяются рукавами высокого давления с концевой арматурой для безрезьбовых соединений.

При перемещении струга, выключатели орошения подключаются к магистральному водопроводу лавы в зоне, которой находится струг. Автоматическое управление электрогидравлическими распределителями выключателей орошения ведется с пульта управления струговой установки. Формирует управляющий сигнал на включение электрогидравлических распределителей датчик перемещения струга.

Орошение забоя ведется в режимах «слежения» и «бегущей волны». Выбор режимов зависит от интенсивности пылеобразования, характеристики пласта по пыли и интенсивности добычи угля. Режим «бегущей волны» предусматривает смачивание поверхности забоя перед началом движения струга или после его остановки в течение нескольких минут по заданной программе. За это время секции системы орошения включаются последовательно по всей длине лавы по несколько раз. В режиме «слежения» ведется включение только той секции системы орошения, в зоне которой находится струг. Перед выходом струга из зоны работающей секции, включается следующая смежная с ней секция оросителей.

При ремонтах и проверке работы системы орошения можно управлять электрогидравлическими распределителями выключателей орошения вручную с пульта управления машиниста при неработающем струге.

Выключатель орошения является распределительным устройством. Он подает воду в секции оросителей системы орошения в определенной последовательности.

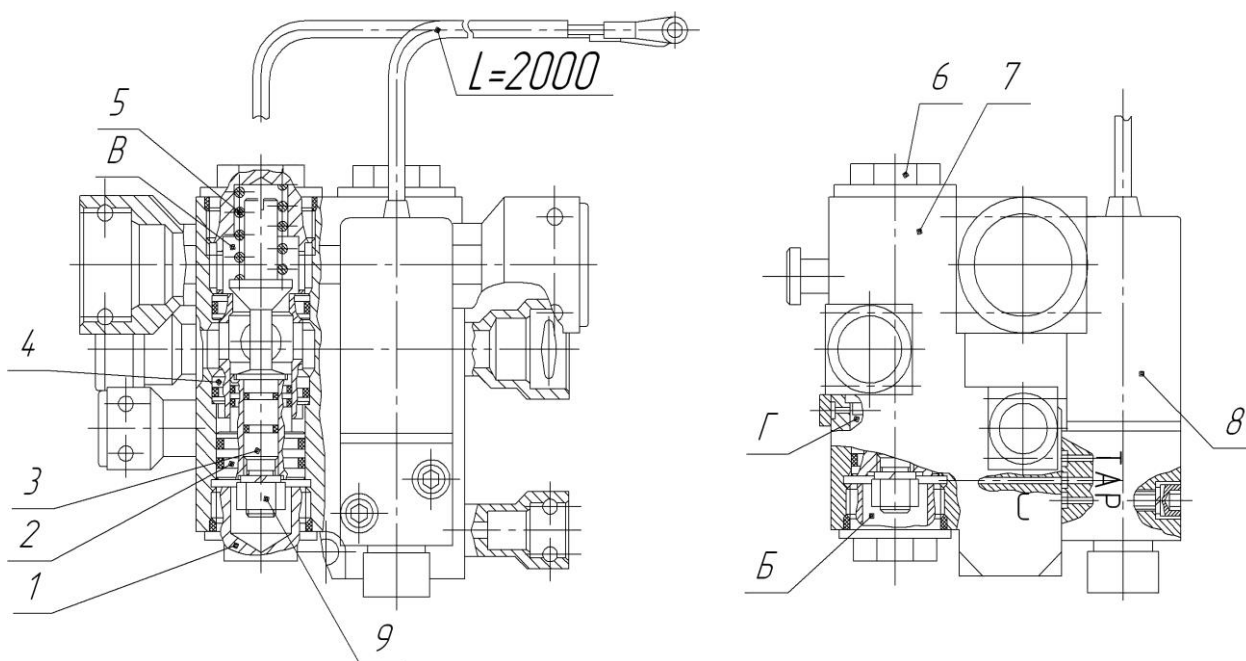


1 – электронасосный (насосный) агрегат; 2 – фильтр; 3 – блок оросителей; 4 – выключатель орошения; 5 – кран шаровой; 6 – манометр; 7 – реледавления; 8 – насадка оросительная

Рисунок 2.36 – Схема гидравлическая принципиальная системы пылеподавления

Выключатель орошения (рис.2.37) состоит из двух основных частей – двухпозиционных электрогидравлических распределителей 8 с электромагнитным приводом, работающих на водной эмульсии при давлении до 32 МПа, и гидроблока 7, в расточках которого установлены два гидрозамка. К корпусу гидроблока крепятся распределители, которые управляют работой гидрозамков. Через гидроблок транзитом проходит магистральный водопровод. Водная эмульсия подводится от магистрали высокого давления к гидроблоку и отводится от него в сливную магистраль.

Выключатель орошения универсальный работает в диапазоне давлений воды от 1 МПа до 16 МПа. Надежность его работы высокая благодаря применению серийных электрогидравлических распределителей РМ1, работающих в системах автоматического управления секциями механизированных крепей. Высокое давление водной эмульсии позволяет надежно отсекать магистральный водопровод от секции оросителей и подсоединять к ним, как при работе струговой установки, так и при неработающей.



1 – заглушка; 2 – поршень; 3 – клапан; 4 – седло; 5 – пружина;
6 - пробка; 7 – гидроблок; 8 – распределитель гидравлический
малогабаритный РМ1; 9 – гайка

Рисунок 2.37 – Выключатель орошения

Гидрозамок состоит из клапана 3, седла 4, поршня 2 и пружины 5. Открытием и закрытием клапана 3 управляет поршень 2. В исходном положении усилия от давления водной эмульсии в полости «Г», давления воды

в полости «В» и усилия пружины 5 значительно больше усилия от давления в сливной магистрали струговой установки в полости «Б», которое может достигать 3 МПа.

При подаче управляющего напряжения от комплексов аппаратов АРУС.1.М струговой установки на электромагнит распределителя 8 отсекается канал слива «Т» от канала «А» в распределителе, а канал управления «А» соединяется с каналом высокого давления «Р» и водная эмульсия подается в полость «Б».

Усилие от высокого давления в полости «Б», действующее на поршень 2, преодолевает усилия от давления воды в полости «В», водной эмульсии в полости «Г» и усилия пружины 5. Поршень 2 вместе с клапаном 3 перемещаются вверх. Вода из магистрального водопровода подается в секцию оросителей. Оросители распыляют воду в зоне действия этой секции.

После снятия напряжения с электромагнита, канал управления «А» соединяется с каналом слива «Т», а канал высокого давления «Р» отсекается от магистрали высокого давления. При этом водная эмульсия из полости «Б» сливается через канал «Т» распределителя в сливную магистраль. Под действием усилий от давления водной эмульсии в полости «Г» и пружины 5 клапан 3 вместе с поршнем 2 перемещается вниз и клапан 3 отсекает магистральный водопровод от секции оросителей. Подача воды в секцию оросителей прекращается. Гидрозамок выключателя орошения вернулся в исходное положение. Второй гидрозамок работает точно также, как и рассмотренный выше. Включается второй гидрозамок за несколько секунд до того, как закроется первый гидрозамок. Этим достигается плавный переход работы от одной секции оросителей к другой.

Оросители по лаве объединяются в секции оросителей. Длина секции оросителей равняется приблизительно 15 м. По две секции оросителей подсоединяются к одному из выключателей орошения, которые устанавливаются по лаве с шагом 30 м. Для отключения секций оросителей от выключателей орошения устанавливаются между ними шаровые краны типа ЭКШ.

Оросители секций орошения могут устанавливаться на борту конвейера струговой установки с завальной стороны или на консолях секций механизированной крепи таким образом, чтобы диспергированная вода беспрепятственно попадала в зону нахождения струга и на поверхность забоя. В струговых механизированных комплексах на базе крепей агрегатированного типа оросители рекомендуется устанавливать на консолях крепи.

Положение оросителей должно обеспечивать направление сплошных факелов воды такое, чтобы угольный пласт смачивался по всей мощности и факелы отклонялись в сторону движения вентиляционной струи воздуха в лаве под углом 30-45°. Расстояние между оросителями по лаве должно быть 1,5 м

или 3м. Оросители объединяются в блоки. Для шахт опасных по газу и пыли количество оросителей в блоке должно равняться трем.

Для орошения применяется вода питьевая ГОСТ Р51232 - 98 или шахтная, прошедшая нейтрализацию, с содержанием твердых частиц не более 50 МГ/л. Очистка воды должна вестись фильтрами с тонкостью фильтрации не грубее 50 мкм по ГОСТ 14066 - 68. Температура воды на входе в электронасосный (насосный) агрегат должна быть в пределах +5⁰... 50⁰С.

Работа орошения в составе струговой установки оценивается показателем эффективности:

$$\mathcal{E} = \frac{q_i - q_i^0}{q_i} \cdot 100\%, \quad (8)$$

где q_i - удельный выход пыли без орошения, г/т;
 q_i^0 - удельный выход пыли с орошением, г/т.

Удельный выход пыли (г/т) – это количество пыли, поступающей в воздух на единицу массы отбитого и погруженного угля, которое зависит от прочности и влажности угля, действия системы пылеподавления и ее эффективности, характера режущего инструмента.

В ШахтНИУИ разработана система пылеподавления с техническими характеристиками, которые приводятся ниже:

Обозначение орошения	СО90У.20
Тип орошения	Секционный
Рабочие жидкости	Вода питьевая или шахтная осветленная и водная эмульсия
Рабочие давления, МПа:	
- воды для ОНД от электронасосного агрегата	3,5...5
- воды для ОВД от насосного агрегата	12,5...16
Расходы, л/мин:	
- воды	200
- водной эмульсии	5
Форма факела воды из оросителя	Сплошной факел с углом 45 ⁰
Длина секции орошения, м	15
Шаг установки оросителей, м	1,5; 3
Место установки оросителей	На борту конвейера или консоли крепи

Эффективная борьба с пылью возможна только при комплексном использовании различных средств и способов обеспылевания горной выработки.

2.8 Режущий инструмент

От режущего инструмента в большой степени зависят производительность струговой установки, расход электроэнергии, качество добываемого угля.

Конструктивные геометрические параметры режущего инструмента (в дальнейшем резца) определяются при его проектировании и указываются в технической характеристике. Главные конструктивные углы режущего инструмента, устанавливаемые относительно плоскости резания, следующие:

Угол заострения γ (рис. 2.38) – угол между передней и задней гранями резца. Чем меньше этот угол, тем острее режущие кромки, но меньше прочность резца. Этот угол принимают в пределах $65 - 90^\circ$.

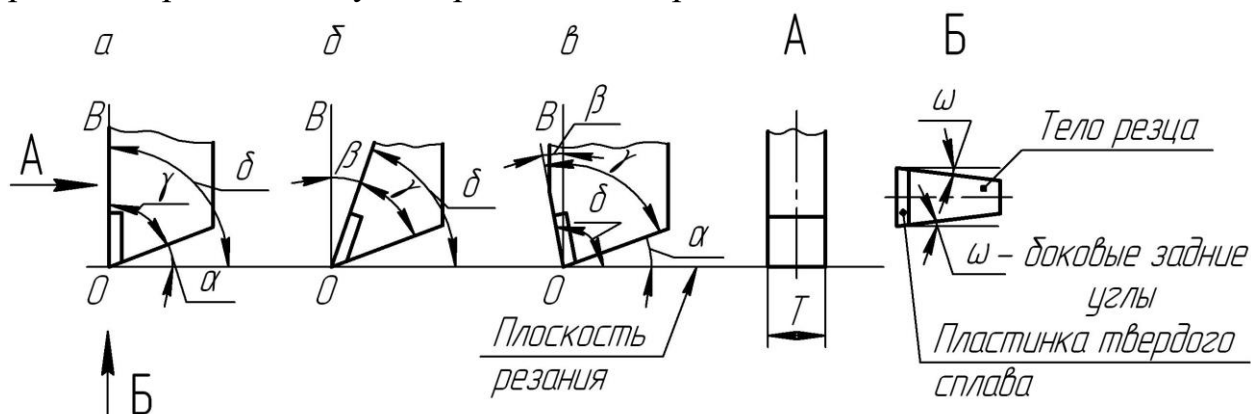


Рисунок 2.38 – Резец с нулевым (а), положительным (б) и отрицательным (в) передними углами

Задний угол α – угол между плоскостью резания и задней гранью резца. Его величина находится в пределах $5 - 15^\circ$.

Угол резания δ – угол между плоскостью резания и передней гранью резца. Он равен сумме углов заострения и заднего. С увеличением этого угла усилие резания и энергозатраты увеличиваются, но резцы можно применять и при более значительном сопротивлении угля резанию.

Передний угол β – угол между передней гранью резца и плоскостью, проходящей через режущую кромку перпендикулярно к плоскости резания. Передний угол может быть равен нулю (рис. 2.38,а), иметь положительное (рис. 2.38,б) или отрицательное значение (рис. 2.38,в). Резцы струговых

установок обычно имеют положительное значение переднего угла (от 0° до 10°).

Кроме этих главных углов резец характеризуется боковыми задними углами ω (рис. 2.38). Боковой задний угол во избежание трения боковых граней резца об уголь принимают в пределах $4^\circ - 12^\circ$. Резец характеризуется также шириной главной режущей кромки T (рис. 2.38) и вылетом (рис. 2.39), т. е. расстоянием от режущей кромки до опорной поверхности резцедержателя. Вылет определяет максимально возможную толщину среза.

В работе резец испытывает переменные по характеру нагрузки, пиковые значения которых в $5 \div 8$ раз выше средних. Изменчивые свойства угольного пласта при наличии прослоек и включений породы, высокие – до 600°C температуры в зоне резания должны учитываться при разработке и выборе резца.

Резцы струга бывают линейные и почвенные.

Линейные резцы РС3, РС6, РС9 и РС10 входят в состав линейной (средней) группы резцов 21 (рис.2.1). Почвенные резцы РС4 и РС11 входят в состав кровельной (верхней) 22 и почвенной (нижней) 20 групп резцов (рис.2.1).

Резцы линейные производят отделение угля в одной плоскости – от угольного забоя.

Резцы почвенные производят отделение угля в двух плоскостях – от угольного забоя и почвы (кровли). Поэтому резцы почвенные выполнены с твердосплавной армировкой и режущими кромками относительно забоя и почвы (кровли).

Необходимо учитывать, что почвенные резцы работают в наиболее тяжелых условиях. Они периодически или постоянно строгают породу почвы, обладающей, как правило, значительно большей, чем уголь, сопротивляемостью резанию и абразивностью. Для особо сложных условий работы были разработаны и испытаны на струговой установке СН75 почвенные резцы РС8 (рис. 2.39), в несколько раз превосходящие показатели работы серийных почвенных резцов РС4.

Режущая часть резца РС8 от почвы набрана из вертикально расположенных пластин твёрдого сплава и спаянных в единый блок. Такая конструкция резца позволяет избежать, в сравнении с почвенным резцом РС4, имеющим от почвы одну цельную пластинку твёрдого сплава, поломки блока пластинок твёрдого сплава, а работоспособность резца сохраняется даже если останется целой хотя бы одна вертикально расположенная пластинка.

К резцам предъявляются следующие требования:

- эффективное резание угля с меньшим расходом электроэнергии;
- прочность и износостойкость;

- соответствие формы, размеров и геометрических параметров свойствам обрабатываемого угля, конструкции струга и кинематике его работы;
- простое, надёжное и жёсткое закрепление в державках;
- возможность быстрой замены при износе;
- минимальное число типов в комплекте;
- невысокая стоимость изготовления и эксплуатации.

Для изготовления корпусов режущего инструмента применяются стали 35ХГСА, 30ХГСА, обладающие высокой прочностью и достаточной вязкостью; высокой износостойкостью, особенно в режущей части; высокой теплопроводностью и минимальным коэффициентом теплового линейного расширения; широким интервалом ковкости, хорошей закаливаемостью; хорошей смачиваемостью припоями.

С целью повышения износостойкости резцов струговых установок их рабочую часть армируют твердыми сплавами. Для армировки, в основном, применяют металлокерамические твёрдые сплавы группы ВК. Сплав состоит из карбида вольфрама и кобальта.

Расположение режущего инструмента, функции каждого резца определяются конструкцией струга.

В ШахтНИУИ совместно с Краснолучским машиностроительным заводом были разработаны и поставлены на серийное производство твердосплавные резцы высокой стойкости, армированные пластинками твердого сплава рациональных форм, специально разработанные для струговых установок.

Для отечественных струговых установок УСТ, СО75, СН75, СО90, СН96 были созданы и освоено серийное производство резцов РС3, РС4, РС6 и РС7 предназначенных для работы по углям сопротивляемостью резанию до 300 кН/м (рис. 2.39), а для импортных струговых установок фирмы ДВТ – резцы РЛ110 и РЛ155 (рис. 2.40), которые не уступают импортным резцам по эксплуатационным показателям.

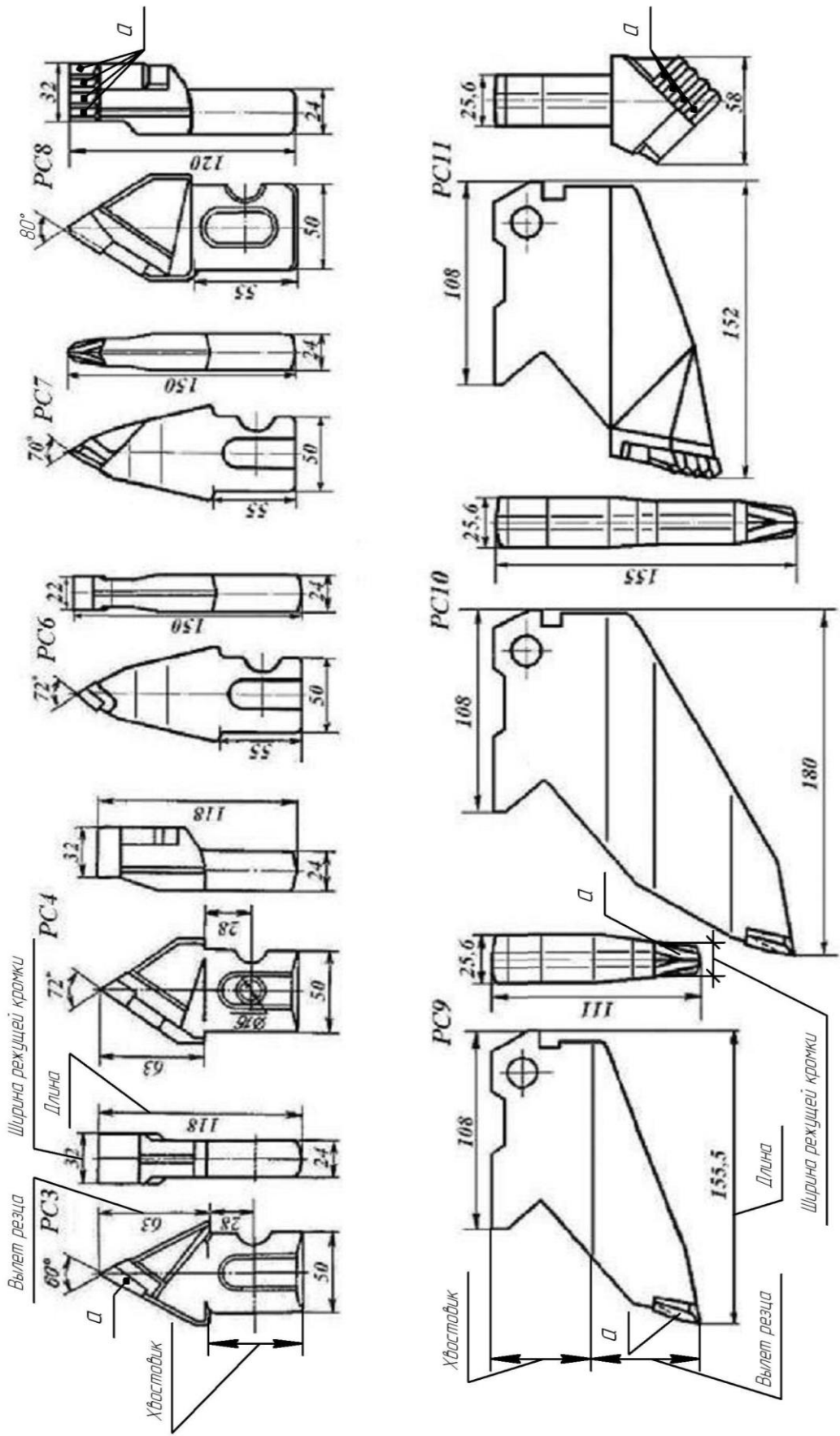
Основные параметры отечественных резцов для струговых установок приведены в табл. 2.1 и показаны на рис. 2.39.

Применяемые на отечественных струговых установках резцы РС3, РС4, РС6, РС7 и РС8 имеют одинаковую конструкцию хвостовиков (рис. 2.39). Такая унификация хвостовиков позволяет использовать разную комбинацию набора резцов на струге в зависимости от структуры пласта и крепости угля. Недостатком резцов РС3, РС4, РС6, РС7 и РС8 является слабое сечение в средней части хвостовиков (рис. 2.39), где имеется отверстие или паз для крепления резцов в резцедержателях струга.

Дальнейшим совершенствованием режущего инструмента явилось создание и испытание резцов РС9, РС10 и РС11 (рис. 2.39). Отличие их от

серийно выпускаемых РС3, РС4, РС6 заключается в усовершенствовании конструкции хвостовиков и элементов их крепления (рис. 2.42).

На современных стругах применяются модернизированные струговые резцедержатели СО75.11.00.033, предназначенные для крепления унифицированных струговых резцов без центрального отверстия.



a — твердосплавная пластина

Рисунок 2.39 – Резцы отечественных струговых установок

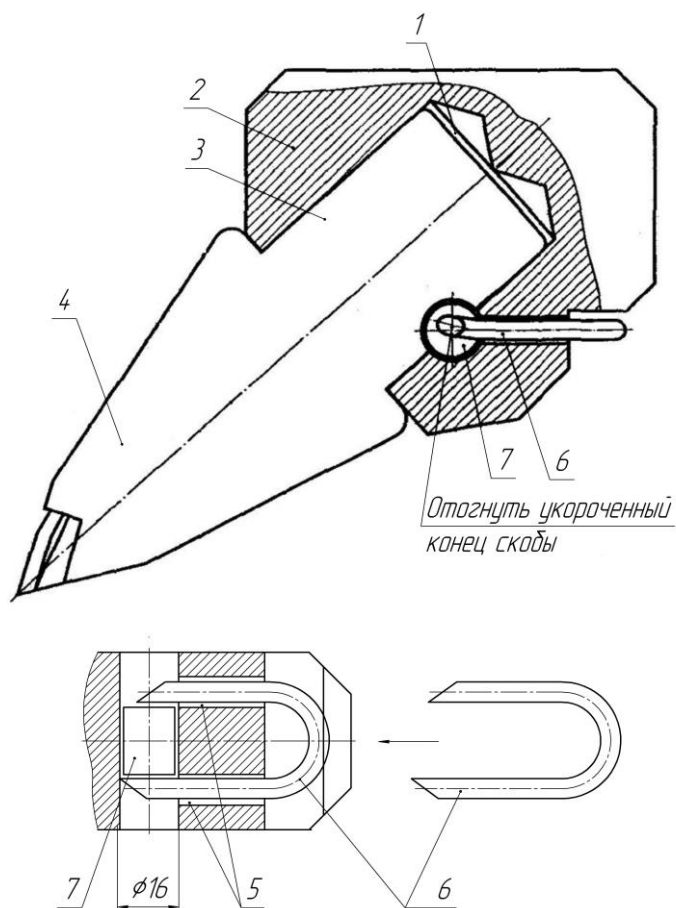
Таблица 2.1 – Техническая характеристика резцов

Параметры	Тип резца									
	PC3	PC4	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	PL110	PL155
Длина резца, мм	118	118	150	150	120	155	180	152	150	175
Ширина режущей кромки, мм	32	32	22	13	32	13	13	58	22	22
Форма сечения хвостовика	плоская со скругленными меньшими сторонами					прямоугольная				
Угол заострения, град.	60	72	72	70	80	75	75	80	72	72
Форма передней поверхности	плоская			плоско-клиновья	гребенчатая	плоско-клиновья		гребенчатая	плоская	
Масса пластинок тв. сплава	86	116	32	36	155	36	36	155	32	32
Марка твердого сплава	BK15				BK11BK	BK15		BK11BK	BK15	
Марка стали державки	35ХГСА									
Масса, кг	1,0	1,1	1,15	1,15	1,14	1,7	2,65	3,27	1,5	2,5



Рисунок 2.40 – Резцы для струговых установок фирмы «ДВТ»

На рисунке 2.41 изображен резцедержатель и узел крепления резца.



- 1 – гнездо в резцедержателе; 2 – резцедержатель; 3 – хвостовик резца;
 4 – резец; 5 – отверстия в резцедержателе; 6 – скоба;
 7 – стальной цилиндрик или шарик

Рисунок 2.41 – Резцедержатель и узел крепления резца

После того, как в гнездо 1 резцедержателя 2 вставлен хвостовик 3 резца 4, через отверстия 5 в резцедержателе вставляется скоба 6 так, чтобы удлинённый

конец скобы вышел из отверстия на 4 – 5 мм, а укороченный – поровнялся с выходом своего отверстия, в отверстие, диаметром 16 мм вставляется стальной цилиндр или шарик 7, а затем скоба досылается до упора и отгибается укороченный конец скобы.

Резцы РС9, РС10 и РС11 имеют более сложный по форме хвостовик (рис. 2.39). Хвостовик имеет правый и левый выступы. Для каждого из них в резцедержателе имеется соответствующая выемка. При установке резца правый выступ вставляется в правую выемку резцедержателя (рис.2.42), а в образованную щель между резцедержателем и хвостовиком резца вставляется плоский фиксатор. В фиксаторе и прилегающем к нему теле резцедержателя имеется отверстие, в которое вставляется пружинный штифт, предотвращающий выпадение фиксатора и потерю резца.

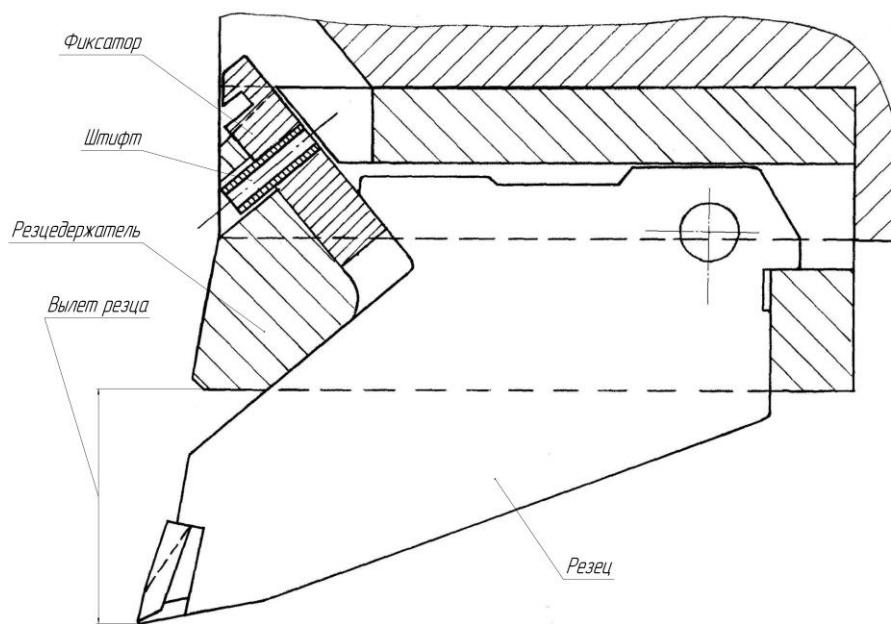


Рисунок 2.42 – Крепление резцов типа РЛ и РС с плоским прямоугольным хвостовиком

3 МЕТОДИКА РАСЧЁТА ПАРАМЕТРОВ СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК

3.1 Основные скоростные режимы работы струговых установок, расчет параметров системы «струг-конвейер»

Струговые установки, включающие в себя угледобывающую машину-струг и транспортирующую машину-конвейер, требуют согласования их производительности, что обеспечивается соответствующим выбором их конструктивных и эксплуатационных показателей, называемых параметрами системы «струг-конвейер». Параметры системы «струг-конвейер» зависят от соотношения скоростей струга U_c и тягового органа конвейера U_k , схемы работы и компоновки струговой установки, определяющих скоростей режим работы.

Принято различать два основных режима работы: отстающий ($U_c < U_k$) и опережающий ($U_c > U_k$). Эти режимы могут реализовываться в различных вариантах. Так они могут осуществляться с паузами на концевых участках, при одностороннем строгании с паузами и без них, с различными толщинами стружек при ходе струга вверх и вниз и т.п. Эти режимы являются вариантами основных в данной работе не рассматривался.

Отстающий режим работы целесообразно применять на пластах при малых и средних значениях сопротивляемости пласта резанию. Грузопоток угля на конвейере состоит из одного слоя. При отстающем режиме, когда скорость движения тяговой цепи конвейера меньше скорости движения струга, работы, максимальное значение толщины стружки h определяется по формуле

$$h_p^{\max} = \frac{F_k}{m\varphi} \cdot \frac{1-c}{c}, \text{ м} \quad (3.1)$$

где m - мощность пласта, м

φ - коэффициент разрыхления угля

$C = \frac{U_c}{U_k}$ - соотношение скоростей движения струга и тяговой цепи конвейера

F_k – максимальная допустимая площадь поперечного сечения грузопотока стругового конвейера, м²

Опережающий режим работы целесообразно применять на пластах при высокой сопротивляемости пласта резанию. Грузопоток угля на конвейере состоит из нескольких слоев.

Максимальное значение толщины снимаемой стружки определяется по формуле:

$$h_{\max} = \frac{F_k}{m\varphi} \cdot \frac{c^2 - 1}{c(3c - 1)}, \text{ м} \quad (3.2)$$

Значение F_k определяется в соответствии с рис.3.1.

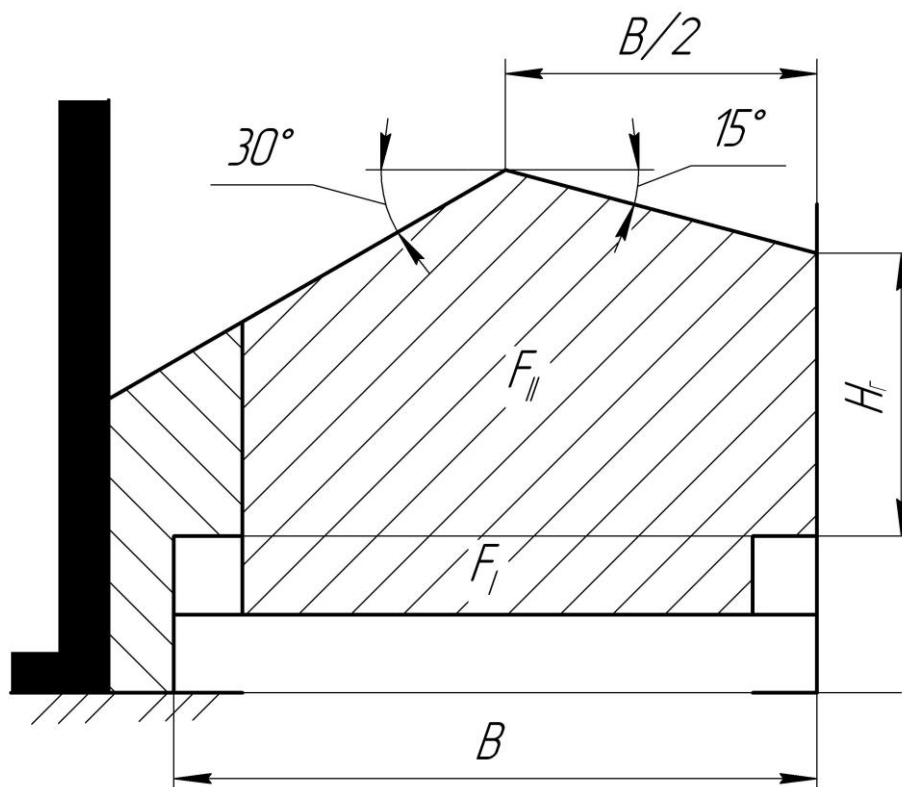


Рисунок 3.1 – Расчётная схема для определения допустимой площади поперечного сечения грузопотока конвейера

3.2 Расчет сил на резцах струга

В качестве исходных данных при расчете сил на резцах струга должны быть заданы: мощность пласта m , средняя сопротивляемость пласта резанию в неотжатой зоне очистного забоя \bar{A}_p , хрупко-пластические свойства пласта. Эти данные при проектировочном расчете принимаются по техническому заданию на проектирование, а при поверочном – для конкретного угольного забоя. Значение скорости струга v_c и толщина стружки h - в соответствии с разделом 3.1.

К основным параметрам резцовой группы исполнительного органа относятся высота струга H_c , шаг расстановки резцов $t_{ш}$, количество линий резани n_p .

Минимальное значение высоты исполнительного органа $H_{c.min}$ определяется из условий погрузки угля стругом по выражению

$$H_{c.min} = H_n + 4,8m \cdot h_{max} + \Delta_{pv}, \text{ см} \quad (3.3)$$

Здесь H_n – высота погрузки, м

Δ_{pv} – превышение верхнего резца над корпусом резцовой головки струга, обычно принимается равным 0,02-0,05 м.

Расчетный рациональный шаг расстановки резцов, установленных по линейной схеме, по условию минимальной энергоемкости разрушения определяется по выражению:

$$t_{ш} = \left[\frac{7,5h}{h + 0,65} + 0,3h + (b_p - 2) \right] K_{ш}, \text{ см}, \quad (3.4)$$

где b_p – ширина режущей кромки резца, см.

Значение коэффициента ширина среза $K_{ш}$ рекомендуется принимать для вязких углей – 0,85, для хрупких – 1,0 и для весьма хрупких 1,15.

Средний расчетный рациональный шаг расстановки линейных резцов, установленных по линейной или ступенчатой схеме, равен:

$$t_{с.ш} = \frac{\sum_{i=1}^{K_p} t_{ш}}{K_p}, \text{ см}, \quad (3.5)$$

здесь K_p – количество слагаемых сумм.

Количество линий резания резцов по линейной или ступенчатой схеме определяется по выражению

$$n_{л.р} = \frac{H_{с.лин}}{t_{с.ли}} + 1, \text{ шт} \quad (3.6)$$

Здесь $H_{с.лин}$ – высота части струга, оснащенная резцами по линейной или ступенчатой схеме, м

Рассчитанное значение количества линий резания округляется до ближайшего большего числа $n_{л.р.окр}$.

Уточненный шаг расстановки установленных по линейной ступенчатой схеме равен $t_{р.у} = \frac{H_{с.лин}}{n_{л.р.окр} - 1}$, см

$$(3.7)$$

Шаг установки верхних резцов рекомендуется применять в зависимости от хрупко-пластических свойств угля от 5 см для вязких углей до 8 см для весьма хрупких углей.

Шаг установки резцов в нижней группе резания от 6 см для вязких до 10,5 см для весьма хрупких углей.

Расчет сил на резцах проводится в следующей последовательности.

Вначале определяются усилия резания на остром резце по выражению

$$Z_{o.i} = 1,1 \bar{A}_p \frac{0,35b.p + 0,3}{(b_p + h \cdot tg\psi_i) K_\psi} \cdot h \cdot t_{р.у} \cdot k_y \cdot k_{cx} \cdot k_\phi \cdot k_{om} \frac{1}{\cos \beta_i}, \text{ кгс} \quad (3.8)$$

Тангенс угла бокового развала борозды резания

$$tg\psi_i = \frac{0,45h + 2,3}{h}, \quad (3.9)$$

коэффициент k_ψ , учитывающий хрупко-пластические свойства угля принимается равным:

0,85 – для вязких углей;

1,0 – для хрупких углей;

1,15 – для весьма хрупких углей.

Коэффициент обнажения забоя k_z принимается для резцов, расположенных в линейной или ступенчатой схемах

$$k_3 = 0,38 \left[1 + 2 \left(\frac{t_{py}}{t_{ui}} - 1 \right)^2 \right], \quad (3.10)$$

для верхнего резца $k_3 = 1,1-1,5$, для нижнего $k_3 = 1,2-1,25$.

Большие значения принимаются при резании вязких углей.

Значения коэффициента влияния угла резания на удельную энергию резания k_y приведены в табл.3.1.

Таблица 3.1- Величина коэффициента k_y для различных углов резания

Характеристика углей	Значения k_3					
	Угол резания, град					
	40	50	60	70	80	90
Вязкие	0,98	1,0	0,90	0,98	1,08	1,24
Хрупкие	0,97	1,0	0,91	1,0	1,17	1,29
Весьма хрупкие	0,66	1,0	0,92	1,06	1,26	1,34

Коэффициент схемы резания k_{cx} принимается равным

1,00 – для линейной схемы;

1,17 – для ступенчатой схемы.

Коэффициент формы передней грани резца k_{ϕ} для резцов с плоской передней гранью принимается равным 1,00, для резцов с овальной передней гранью 0,90-0,95, а с клиновой передней гранью – 0,85-0,9.

Коэффициент отжима $k_{от}$ рекомендуется принимать равным для вязких углей – 0,67, для хрупких – 0,5 и для весьма хрупких – 0,38. Если для конкретных условий применения имеются экспериментально определенные значения коэффициента отжима, то их и следует принимать для расчета сил резания. В формуле (3.8) β_i – угол установки резца к направлению подачи. Он принимается по конструкторской документации.

Средняя отжимающая сила на остром резце равна

$$Y_{o,i} = Z_{o,c} \cdot k_n, \text{ Н} \quad (3.11)$$

Коэффициент k_n характеризует отношение отжимающей силы к силе резания на остром резце, он принимается равным 0,45 для вязких углей, 0,40 – для хрупких углей и 0,35 – для весьма хрупких углей.

Средняя сила резания на резце с учетом его затупления определяется по выражению

$$Z_{z,i} = Z_{o,i} + f' Y_{z,i}, \text{ Н} \quad (3.12)$$

здесь $Y_{z,i}$ – средняя отжимающая сила на резце с учетом его затупления;

f' – коэффициент сопротивления резанию;

$f' = 0,38-0,44$, причем меньше его значения принимаются для пластов с высокой сопротивляемостью резанию.

Значение $Y_{z,i}$ следует определять по формуле

$$Y_{z,i} = 10(0,95 + 0,5h + 3,1S_3) \bar{A}_p \cdot k_{om} \cdot k_{m,o}, \text{ Н} \quad (3.13)$$

Здесь S_3 проекция площадки износа резца на плоскость резания, см².

В проектировочных расчетах рекомендуется принимать следующие значения S_3 :

$$S_3 = 1,2 \text{ см}^2 \text{ при } \bar{A}_p \leq 200 \text{ кН/м}; S_3 = 0,75 \text{ см}^2 \text{ при } \bar{A}_p = 250 \text{ кН/м}.$$

При расчетах для конкретных условий эксплуатации значения S_3 определяю экспериментально.

Средняя боковая сила на резцах $X_{z,i}$ определяется по выражению:

$$X_{z,i} = 10k_b \left[2,2\bar{A}_p \cdot k_{от} + 75k_h - 40 \cdot t_{шy} - 100 \right], \text{ Н} \quad (3.14)$$

Здесь k_b – коэффициент, учитывающий влияние на средние боковые силы расположения резца в схеме их расстановки на исполнительном органе струговой установки. Для линейных резцов, расположенных в линейной схеме $k_b = 0$; для

линейных резцов в ступенчатой схеме $k_b=1,0$; для верхних резцов $k_b=1,8$, а для нижних $-1,5$.

Коэффициент влияния толщины стружки на боковую силу k_h принимается: при средней стружке 3 см $-1,5$; при средней стружке 4 см $-1,2$; при средней стружке 5 см и более $-1,0$.

Для верхнего резца и резцов, расположенных на исполнительном органе по ступенчатой схеме, когда каждый последующий вышестоящий резец отстает от предыдущего нижнего, средние боковые силы направлены к почве пласта, а для нижнего резца к кровле.

Далее необходимо определить значения равнодействующих сил и координаты точек их приложения. Для этого необходимо изобразить в прямоугольной системе координат схему расположения резцов на исполнительном органе струговой установки (рис.3.2).

Положительным направлением этих сил принято:

- для сил резания – в направлении противоположном движению исполнительного органа;
- для отжимающих сил – в направлении противоположном подвиганию линии очистного забоя;
- для боковых сил – в направлении к почве пласта.

За начало координат принята точка O , образованная пересечением трех плоскостей: горизонтальной плоскости, проходящей по почве пласта; вертикальной плоскости, проходящей по боковой стенке конвейера с его забойной стороны; вертикальной плоскости, проходящей через геометрический центр симметрии струга перпендикулярно линии подвигания забоя.

На схеме необходимо показать расстояния от начала координат точек приложения сил на каждом резце:

ℓ_i – расстояние до точки приложения сил по оси OZ ;

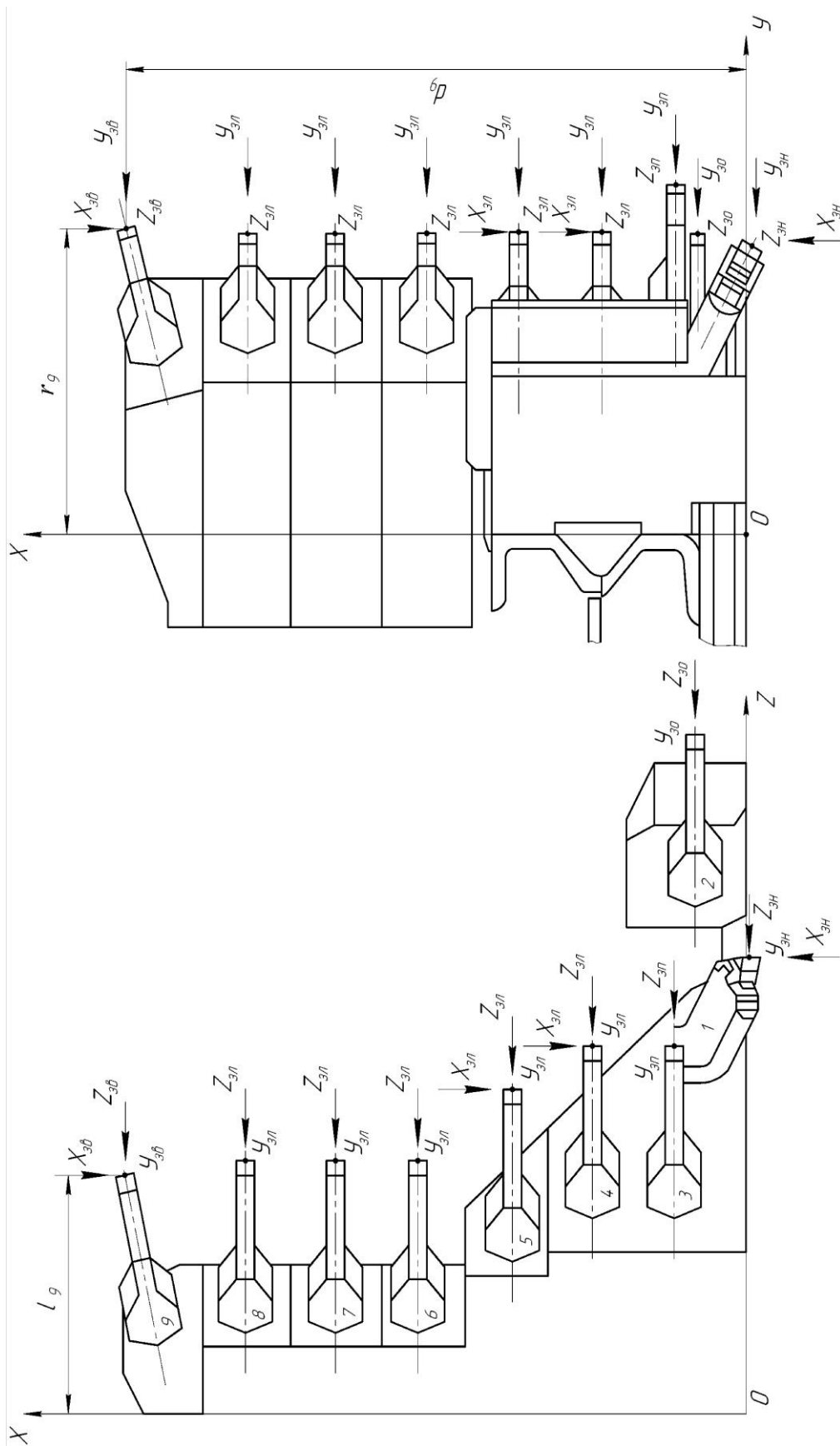


Рисунок 3.2 - Схема расположения резцов на исполнительном органе струговой установки

r_i – расстояние до точки приложения сил по оси ОУ;

d_i – расстояние до точки приложения сил по оси ОХ.

Равнодействующие средних сил резания, отжимающих и боковых определяются по формулам:

Сил резания

$$P_z = \sum_{i=1}^{n_p} Z_{zni} + \sum_{i=1}^{n_p} Z_{zvi} + ki \sum_{i=1}^{n_p} Z_{zli}, \text{ Н.} \quad (3.15)$$

Отжимающих сил

$$P_y = \sum_{i=1}^{n_p} Y_{zni} + \sum_{i=1}^{n_p} Y_{zvi} + ki \sum_{i=1}^{n_p} Y_{zli}, \text{ Н.} \quad (3.16)$$

Боковых сил

$$P_x = \sum_{i=1}^{n_p} X_{zni} + \sum_{i=1}^{n_p} X_{zvi} + ki \sum_{i=1}^{n_p} X_{zli}, \text{ Н.} \quad (3.17)$$

Коэффициент одновременности работы резцов k_i принимается
для углей вязких – 0,95;
для углей хрупких – 0,9;
для углей весьма хрупких – 0,85.

Координаты точек приложения равнодействующих сил относительно координат осей определяются следующим образом:

Координаты точки приложения равнодействующей силы резания

по оси Х

$$d_z = \frac{\sum_{i=1}^{n_p} Z_{zni} \cdot d_{н.i} + \sum_{i=1}^{n_p} Z_{zvi} \cdot d_{в.i} + ki \sum_{i=1}^{n_p} Z_{zli} \cdot d_{л.i}}{P_z}, \text{ мм;} \quad (3.18)$$

по оси Y

$$r_z = \frac{\sum_{i=1}^{n_p} Z_{3ni} \cdot r_{ni} + \sum_{i=1}^{n_p} Z_{3vi} \cdot r_{vi} + k_i \sum_{i=1}^{n_p} Z_{3li} \cdot r_{li}}{P_z}, \text{ мм} \quad (3.19)$$

Координаты точки приложения отжимающих сил по
по оси X

$$d_y = \frac{\sum_{i=1}^{n_p} y_{3ni} \cdot d_{ni} + \sum_{i=1}^{n_p} y_{3vi} \cdot d_{vi} + k_i \sum_{i=1}^{n_p} y_{3li} \cdot d_{li}}{P_y}, \text{ мм} \quad (3.20)$$

по оси Z

$$\ell_y = \frac{\sum_{i=1}^{n_p} y_{3ni} \cdot \ell_{ni} + \sum_{i=1}^{n_p} y_{3vi} \cdot \ell_{vi} + k_i \sum_{i=1}^{n_p} y_{3li} \cdot \ell_{li}}{P_y}, \text{ мм} \quad (3.21)$$

Координаты точки приложения равнодействующей боковой силы
по оси Y

$$r_x = \frac{\sum_{i=1}^{n_p} X_{3ni} \cdot r_{ni} + \sum_{i=1}^{n_p} X_{3vi} \cdot r_{vi} + k_i \sum_{i=1}^{n_p} X_{3li} \cdot r_{li}}{P_X}, \text{ мм} \quad (3.22)$$

по оси Z

$$r_x = \frac{\sum_{i=1}^{n_p} X_{3ni} \cdot \ell_{ni} + \sum_{i=1}^{n_p} X_{3vi} \cdot \ell_{vi} + k_i \sum_{i=1}^{n_p} X_{3li} \cdot \ell_{li}}{P_X}, \text{ мм} \quad (3.23)$$

Необходимо отметить, что величин сил на резцах исполнительного органа имеют вероятностный характер. В качестве основной характеристики неравномерности нагрузок на резцах обычно принимается коэффициент вариации ν_c , характеризующий разброс случайных значений сил около их средних значений.

Коэффициент вариации равнодействующей сил резания (отжимающих сил) определяется по формуле:

$$\nu_{AZ(y)} = \sqrt{\frac{\left(\nu_{az(y)} \cdot e^{-k_z(y)}\right)^2}{n}} + \nu_l^2 \quad (3.24)$$

Значение коэффициента вариации силы резания, обусловленной неравномерностью случайного процесса стружкообразования ν_{Az} в зависимости от свойств угля принимается в соответствии с табл.3.2.

Таблица 3.2 - Значение коэффициента вариации ν_{Az}

Характеристика углей	Значения коэффициента ν_{Az} при различной сопротивляемости пласта резанию	
	$\bar{A}_p = 80 \div 160$ кН/м	$\bar{A}_p = 160 \div 250$ кН/м
Вязкий	0,5 ÷ 0,6	0,6 ÷ 0,7
хрупкий	0,75 ÷ 0,85	0,85 ÷ 0,95

Значение коэффициента вариации отжимающей силы, обусловленной неравномерностью случайного процесса стружкообразования ν_{Ay} приведены в табл.3.3.

Таблица 3.3 -Значение коэффициента вариации ν_{Ay}

Характеристика углей	Значения коэффициента ν_{Ay} при различной сопротивляемости пласта резанию	
	$\bar{A}_p = 80 \div 160$ кН/м	$\bar{A}_p = 160 \div 250$ кН/м
Вязкий	0,8 ÷ 0,85	0,35 ÷ 0,4
хрупкий	0,4 ÷ 0,5	0,5 ÷ 0,6

Значение коэффициента k_z , учитывающего влияние износа резца на неравномерность силы резания (отжимающей силы), определяется по формуле

$$k_z = \frac{S_3 \cdot C_1}{e_{cp}^2}, \quad (3.25)$$

где $C_1=2,7$ – для сил резания и $C=2,9$ – для отжимающей силы;

b_{cp} – средняя расчетная ширина режущей кромки резцов на исполнительном органе:

$$b_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n b_{ni}}{n}, \text{ см} \quad (3.26)$$

где b_{ni} – конструктивная ширина режущей кромки резца, см;

n – количество резцов на исполнительном органе.

Величина коэффициента вариации ν_L , обусловленного изменчивостью сопротивляемости пласта резанию по длине лавы, принимается в соответствии с табл. 3.24.

Таблица 3.4 – Значение коэффициента вариации ν_L

Характеристика углей	Значение коэффициента ν_L при различных системах подачи с различной сопротивляемостью пласта резанию		
	Свободная система подачи	Порционная система подачи	
		$\bar{A}_p=80\div 250$ кН/м	$\bar{A}_p=80\div 160$ кН/м
Вязкий	0,08	0,22	0,18
хрупкий	0,10	0,26	0,21

При сопротивляемости пластов резанию выше 250 кН/м значения коэффициентов вариации ν_{AZ} , ν_{Ay} , ν_L определяются путем экстраполяции данных табл.3.4.

Таким образом, приведенная выше методика позволяет рассчитать силы на резцах исполнительного органа и координаты точек их приложения. Эта методика была многократно апробирована как при проектировании в ШахтНИУИ

струговых установок, так и при поверочных расчетах в период стендовых и шахтных испытаний струговой техники. Расхождение расчетных и экспериментальных данных отличается не более чем на 12÷13%, что является вполне достаточным для расчетов подобного типа.

Минутная производительность струговой установки при отстающем режиме работы определяется по выражению

$$Q = 60F_k \gamma_h (U_k - U_c), \text{ т/мин}, \quad (3.27)$$

где γ_h - плотность угля в разрыхлённом состоянии, т/м³.

Максимальная скорость отработки пласта S определяется по выражению

$$S_{\max} = 60U_c \cdot h_c^{\max}, \text{ м}^2/\text{мин}, \quad (3.28).$$

При этом режиме максимально возможная масса угля, расположенного на струговом конвейере M_{\max} определяется по выражению

$$M_{\max} = F_k \cdot L \cdot \gamma_h \quad (3.29)$$

Здесь L - длина стругового конвейера, м.

Первые в Российской Федерации исследования работы струговых установок в опережающем режиме были проведены в ШахтНИУИ.

Установлено, что при $\frac{U_c}{U_k} > 1$ струг при своём движении в одном направлении со скребковой цепью при навалке оставляет отбитый уголь за собой на конвейере, при обратном ходе струга уголь наваливается уже на загруженный конвейер. Возможен такой момент, когда на конвейере будет находиться уголь, наваленный за несколько проходов струга. Если принять, что длина строгаемого участка лавы L равна длине конвейера, струг работает без остановок и реверс при изменении направления его движения происходит мгновенно, то количество стружек, находящихся на конвейере, будет зависеть от соотношения $\frac{U_c}{U_k}$.

При соотношениях скоростей $\frac{U_c}{U_k}$, выраженных любым рациональным числом, максимальный грузопоток будет равен количеству стружек,

определённых ближайшим значением нечётного числа натурального ряда. Например, при $1 < \frac{U_c}{U_k} \leq 3$ будет иметь место максимальный грузопоток угля, равный 3 стружкам, а при $3 < \frac{U_c}{U_k} \leq 5$ - 5 стружкам и т.д.

Опережающий режим работы целесообразно применять при выемке угля на пластах малой мощности во всём диапазоне значений сопротивляемости пласта резанию и на пластах средней мощности при высокой сопротивляемости пласта резанию ($A > 200$ кН/м). В настоящее время опережающий режим является основным для современных струговых установок.

Проведенные в ШахтНИУИ исследования показали, что оптимальным соотношением скоростей струга и конвейера в опережающем режиме является 3. При этом на 1/3 длины стругового конвейера расположен уголь из 3-х стружек угля: из двух стружек при движении «вверх» (от разгрузочной головки к натяжной) и одной «вниз». С разгрузочной головки на штрековый конвейер (или перегружатель) сходит постоянный грузопоток. Производительность струговой установки при этом равна

$$Q = 60F_k \gamma_H \frac{U_c^2 - U_k^2}{3U_c - U_k} = 60F_k \gamma_H U_k \frac{c^2 - 1}{3c - 1}, \text{ т/мин} \quad (3.30)$$

Скорость движения исполнительных органов современных струговых установок составляют 2,5-3,0 м/с, при этом оптимальные значения скорости движения тягового органа конвейера находятся в пределах 0,8-1,0 м/с.

3.3 Расчёт усилий погрузки угля стругом

Проведённые в ШахтНИУИ исследования позволили разработать методику определения усилий, затрачиваемых на погрузку угля исполнительным органом на струговой конвейер.

Величина усилий погрузки может быть рассчитана по формуле

$$F_n = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5, \quad (3.31)$$

Где F_1 – усилие внедрения погрузочной поверхности струга в штабель угля;

F_2 – составляющая усилия перемещения угля по погрузочной поверхности струга до уровня высоты погрузки;

F_3 – составляющая усилия перемещения угля по погрузочной поверхности выше уровня высоты погрузки;

F_4 – составляющая усилия перемещения угля на струговый конвейер;

F_5 – усилие, затрачиваемое на преодоление сопротивления внутреннего трения в штабе угля перед стругом.

Усилие внедрения погрузочной поверхности струга в штабель угля определяется по выражению

$$F_1 = 5400b_c, \text{ Н} \quad (3.32)$$

Ширина погрузочной поверхности струга b_c , м, принимается в соответствии с рис.3.3 (a – для скользящих струговых установок, b – для отрывных)

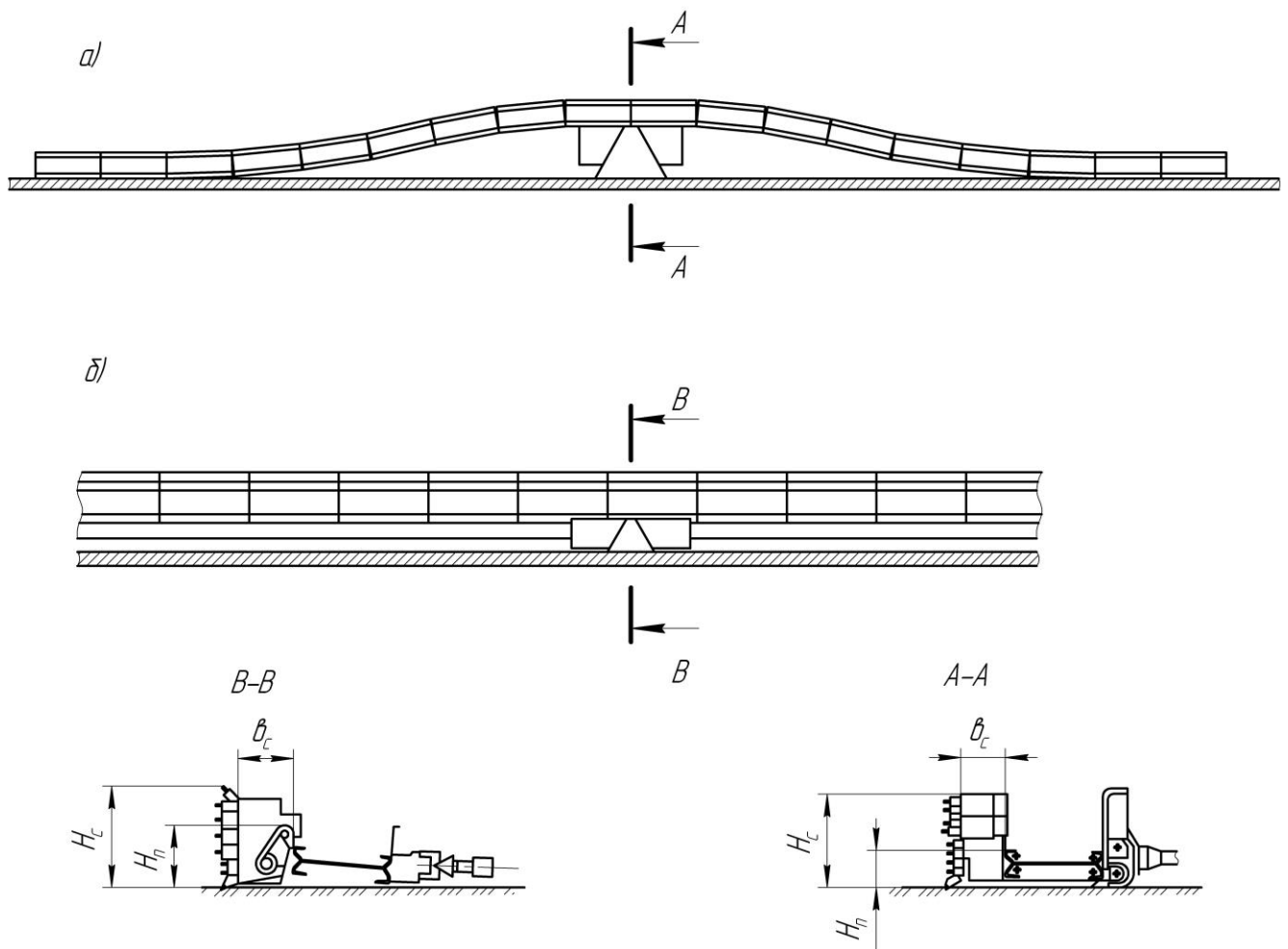


Рисунок 3.3 - Схема для определения высоты погрузки и ширины погрузочной поверхности струга

Составляющая усилия перемещения угля по погрузочной поверхности струга до уровня высоты погрузки следует определять по выражению

$$F_2 = G_1 \frac{f_0 + \operatorname{tg} \alpha_1}{1 - f_0 \operatorname{tg} \alpha_1}, \text{ Н.} \quad (3.33)$$

Здесь f_0 – коэффициент трения скольжения угля по погрузочной поверхности струга;

G_1 – сила тяжести угля, расположенного на погрузочной поверхности струга ниже высоты погрузки

$$G_1 = 10\gamma h(m + H_n - H_{cmp})H_n \operatorname{ctg}\alpha_1, \text{ Н.} \quad (3.34)$$

Здесь γ – объёмный вес угля, т/м³;

H_n – высота погрузки, м;

H_{cmp} – высота струга, м.

Угол наклона погрузочной поверхности струга ниже уровня погрузки α_1 (рис. 3.4) для исключения застойных зон на струге должен быть не более 55° .

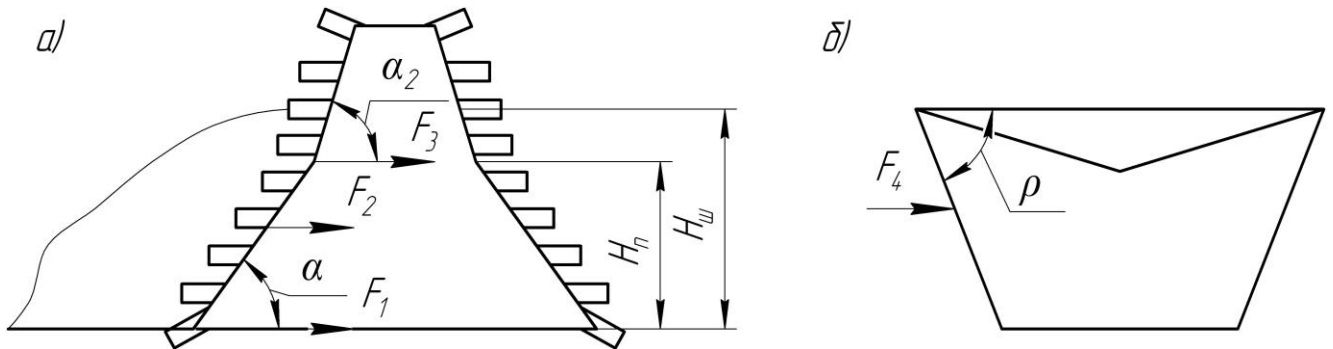


Рисунок 3.4 - Схема для определения усилий F_2

Составляющая усилия перемещения угля по погрузочной поверхности выше уровня высоты погрузки определяется по формуле

$$F_3 = G_2 \frac{\sin \alpha_2 + f_0 \cos \alpha_2}{[\cos(\alpha_2 - \alpha_1) - f_0 \sin(\alpha_2 - \alpha_1)] \cos \alpha_1}, \text{ Н.} \quad (3.35)$$

Сила тяжести угля, расположенного на погрузочной поверхности струга выше уровня высоты погрузки

$$G_2 = \gamma_{chn} b_c (H_c - H_n + b_c \operatorname{tg}\psi) \cos \rho, \text{ Н.} \quad (3.36)$$

Здесь ψ - угол естественного откоса разрыхлённого угля, рекомендуется принимать равным 35° для увлажнённого угля и 50° – для сухого угля.

Угол ρ , образованный при пересечении плоскости забоя и погрузочной поверхности струга плоскостью, параллельной почве пласта, принимается по конструкторской документации на струговую установку, рекомендуемая его величина $\rho \leq 55^\circ$;

α_2 - угол наклона погрузочной поверхности выше высоты погрузки.

Значения углов α_1 и α_2 при проверочных расчётах принимаются по технической документации на струговую установку.

Составляющая усилия перемещения угля на конвейер составляет

$$F_4 = \frac{k_p f_1 G_3}{\cos \rho - f_0 \sin \rho}, \text{ Н.} \quad (3.37)$$

Коэффициент трения угля по углю f_1 рекомендуется принимать равным 0,4. Коэффициент k_p влияния режима работы струговой установки на величину F_4 для отстающего режима ($\frac{U_c}{U_k} < 1$) принимается равным 1,0, а для опережающего - 1,05 (при $1 < \frac{U_c}{U_k} \leq 3$).

Сила тяжести угля, перемещаемого на конвейере равна

$$G_3 = \mathcal{M}_{cmp} b_c^2 \text{tg} \psi \cos \rho, \text{ Н.} \quad (3.38)$$

Усилие, затрачиваемое на преодоление сопротивления внутреннего трения в штабеле угля перед стругом определяется по выражению

$$F_5 = \frac{20H_n b_c}{\sin 2\theta} \left[\tau_0 + \mu \gamma \frac{H_{uu} \sin(\alpha_1 + \theta) \cos \theta}{2 \sin \alpha_1} \right], \text{ Н} \quad (3.39)$$

Угол θ , образованный плоскостью сдвига призмы выжима и почвой пласта, принимается в соответствии с табл. 3.5

Таблица 3.5 - Зависимость угла θ_1 от угла наклона погрузочной поверхности α_1 .

α_1 , град	30	45	60	90
θ_1 , град	66	58	48	52

Прочность штабеля угля на сдвиг τ_0 рекомендуется принимать равным для сухого угля $27,4 \cdot 10^3$ Н/м² и для увлажненного угля – $24,5 \cdot 10^3$ Н/м².

Коэффициент внутреннего трения μ рекомендуется принимать равным 0,85 для сухого угля и 0,5 – для увлажнённого угля.

Высота штабеля угля перед стругом рассчитывается по формуле

$$H_{ш} = H_n + b_c \operatorname{tg} \psi, \text{ м} \quad (3.40)$$

Если рассчитанная высота штабеля больше H_c , то принимается $H_{ш} = H_c$. Если конструктивные значения α_1 и ρ_1 превышают величину 55° , погрузка будет идти с образованием застойной зоны у погрузочных поверхностей. Тогда величину результирующей силы погрузки следует рассчитывать по формуле

$$F_{II}^1 = 1,5 F_{II}, \text{ Н.} \quad (3.41)$$

По приведённой выше методике представляется возможным рассчитать величину результирующей силы погрузки для всех возможных вариантов конструктивного выполнения исполнительного органа и режимов работы струговой установки.

3.4 Расчёт усилий в тяговой цепи струга и усилий подачи струга на забой

Средние значения тяговых усилий в цепи струга F'_m определяется по выражению:

$$F'_T = P_z + F_n + T_y + T, \text{ Н} \quad (3.42)$$

Методика расчета средних значений усилий резания P_z и погрузки F_n приведены в 3.2 и 3.3 соответственно.

Расчет величины усилий F_u , затрачиваемых на протягивание струговых цепей, основан на результатах исследований этого процесса, проведенных в ШахтНИУИ. Величина усилий F_u зависит от длины струговой установки, расположения струговых цепей и их калибра.

$$F_u = 21L_c W_u, \text{ Н}, \quad (3.43)$$

где L_c – длина струговой установки, м;

W_u – усилия протягивания 1 м цепи струга, Н/м.

Величина W_u принимается в соответствии с таблицей 3.6.

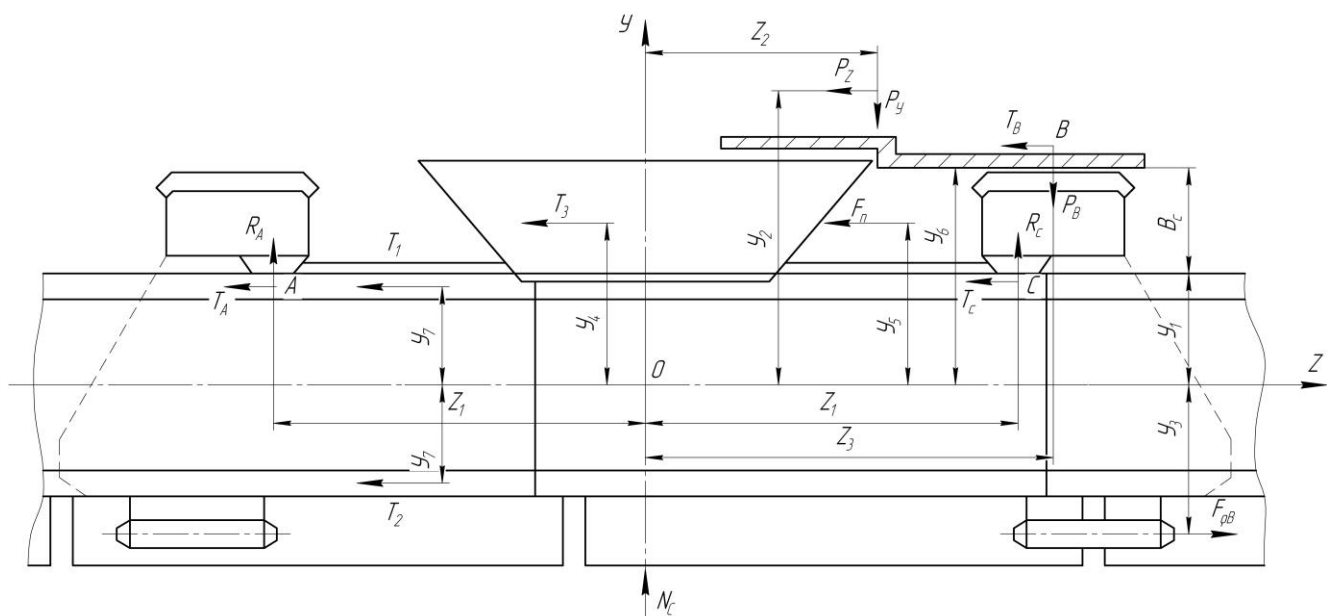
Таблица 3.6 – Усилия протягивания 1 м цепи струга

Калибр цепи	Усилие протягивания 1 м цепи струга, кгс	
	Расположение цепей	
	В направляющих с забойной стороны стругового конвейера	В направляющих с завальной стороны стругового конвейера
18x64	39,2	29,4
24x86	42,2	30,9
26x92	44,1	32,4
32x114	58,8	39,2
38x	70,5	47,0
42x	74,1	49,5

Далее приведена методика расчета сил трения в опорах струга для установки отрывного и скользящего типов.

Для расчета сил трения в опорах отрывного струга необходимо изобразить вид струга в плане (рис.3.5 а) и сбоку (рис. 3.5 б), указав точки приложения и направления действующих усилий.

а)



б)

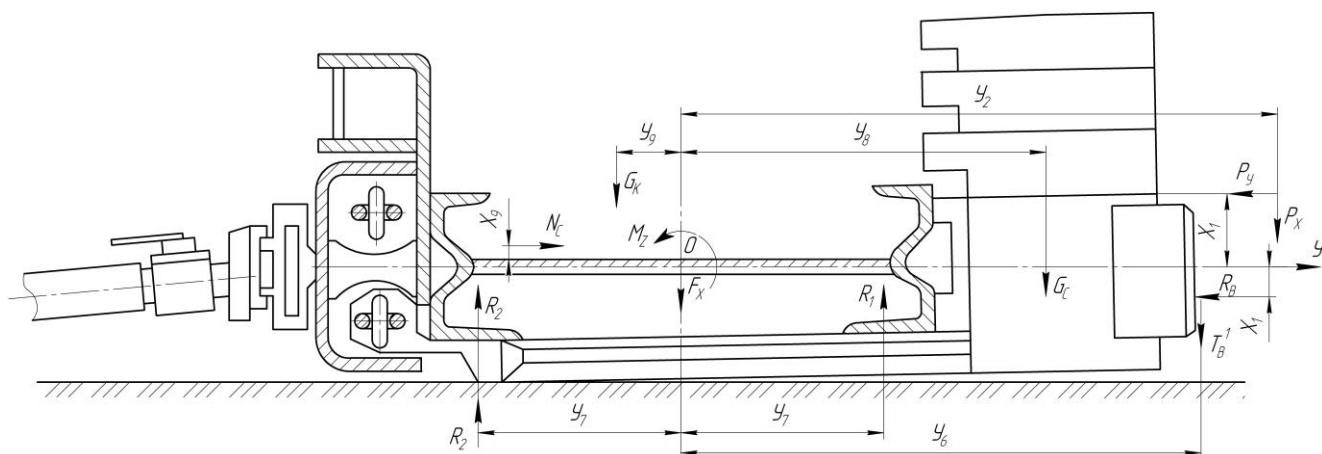


Рисунок 3.5 - Схема для расчета сил трения в опорах исполнительного органа струговой установки отрывного типа

Силы, приложенные к стругу рассматриваются в прямоугольной системе координат. За начало координат принимается точка O , располагаемая на пересечении продольной оси симметрии решетчатого става стругового конвейера и поперечной оси симметрии струга (рис.3.5).

Положительными направлениями координатных осей являются:

- для оси Z – направление движения струга;
- для оси Y – направление подвигания забоя;
- для оси X – направление к кровле пласта.

Положительные направления усилий, приложенных к стругу, принимаются в соответствии с рис.

На рис. 3.5 усилия и координаты точек их приложения имеют следующие обозначения:

P_z – результирующая средних сил резания, Н;

P_y – результирующая средних отжимающих сил, Н;

P_x – результирующая средних боковых сил, Н;

$F_{p.в}$ – усилие в точке закрепления рабочей ветви тяговой цепи на струге, Н;

R_6 – реакция в точке контакта с забоем переднего ограничителя толщины стружки, Н;

R_c – реакция в точке контакта с конвейером передней опоры струга, Н;

R_A – реакция в точке контакта с конвейером задней опоры струга, Н;

T_6 и T'_6 – силы трения в зоне контакта с забоем переднего ограничителя толщины стружки, Н;

T_c – силы трения в зоне контакта с конвейером передней опоры струга, Н;

T_a – сила трения в зоне контакта с конвейером задней опоры струга, Н;

R_1 и R_2 – реакции в точках контактов подконвейерной плиты струга с конвейером, Н;

R_3 – реакция в опоре подконвейерной плиты струга на почву, Н;

T_1 и T_2 – силы трения в точках контактов подконвейерной плиты струга с конвейером, Н;

T_3 – сила трения между подконвейерной плитой струга и почвой, Н;

N_c – требуемое усилие подачи струга на забой, Н;

G_k – сила тяжести участка конвейера, расположенного на подконвейерной плите струга, включающая силу тяжести рештаков, транспортируемого угля и навесного оборудования, Н;

G_c – сила тяжести струга, Н;

F_x – сумма проекций сил G_k , G_c и P_x на координатную ось X, Н;

M_z – сумма моментов сил и реакций $P_x, G_c, G_k, P_y, N_c, R_g$ и T'_g относительно координатной оси Z, Н, м;

y'_1 – координата точек приложения сил T_c и T_a по оси Y, м;

y'_2 – координата точки приложения силы P_x по оси Y, м;

y'_3 – координата точки приложения силы $F_{p.б}$ по оси Y, м;

y'_4 – координата точки приложения силы T_3 по оси Y, м;

y'_5 – координата точки приложения силы F_n по оси Y, м;

y'_6 – координата точки приложения силы T_g и T'_g по оси Y, м;

y'_7 – координата точки приложения силы T_1 и T_2 по оси Y, м;

y'_8 – координата точки приложения силы G_c по оси Y, м;

y'_9 – координата точки приложения силы G_k по оси Y, м;

Z'_1 – координаты точек приложения реакции R_A и R_c по оси Z, м;

Z'_2 – координата точек приложения реакции P_y по оси Z, м;

Z'_3 – координата точек приложения реакции R_g по оси Z, м;

X'_1 – координата точек приложения реакции R_g по оси X, м;

X'_2 – координата точек приложения реакции P_y по оси X, м;

X'_3 – координата точек приложения реакции N_c по оси X, м.

Координаты $y'_1, y'_3, y'_7, y'_8, y'_9, Z'_1, Z'_2, Z'_3, X'_1, X'_2, X'_3$ определяются по результатам эскизной проработки конструктивной схемы струга. При определении координат Z'_2 и X'_2 учитываются результаты расчетов сил на резцах струга.

Координаты Z'_2, X'_1, X'_2, X'_3 определяются графическим путем по результатам эскизной проработки струга и по схеме его нагружения на рис. 3. 5 (при заданном положении начала координат – точки 0).

Координата точки приложения силы R_z по оси Y:

$$y_2 = b_c + h + y'_1, \text{ м} \quad (3.44)$$

Координата точки приложения силы F_n по оси Y :

$$y_5 = \frac{b_c}{2} + y'_1, \text{ м.} \quad (3.45)$$

Координата точки приложения силы T_g по оси y :

$$y_6 = b_c + y'_1, \text{ м.} \quad (3.46)$$

Координаты точек приложения реакции R_A и R_c по оси Z :

$$Z_1 = \frac{\ell'_c}{2}, \text{ м,} \quad (3.47)$$

где ℓ'_c – расстояние между геометрическими центрами опор струга на конвейер, м.

Точка приложения реакции R_g принимается в геометрическом центре опоры струга на забой.

Точки приложения реакций R_1 и R_2 принимаются в геометрических центрах нижних полок боковин рештаков конвейера.

Координата точки приложения силы трения T_3 по оси Y :

$$y_4 = \frac{G_c y'_8 - G_k y'_9 + P_x y'_2}{F_x}, \text{ м.} \quad (3.48)$$

Сила тяжести струга G_c определяется по конструкторской документации.

Сила тяжести участка конвейера G_k , расположенного на подконвейерной плите струга:

$$G_k = g_k k'_p, \text{ Н,} \quad (3.49)$$

где g_k – сила тяжести одного загруженного углем рештака конвейера

с учетом навесного оборудования; принимается по конструкторской документации, Н;

k'_p – коэффициент, учитывающий количество рештаков, расположенных на подконвейерной плите струга (при толщине подконвейерной плиты

50...70 мм, длине рештака $\ell_p = 1,35... 1,5$ и угле раскрытия стыков рештаков в вертикальной плоскости $1,5...3^\circ$ коэффициент k'_p принимается: при длине подконвейерной плиты струга равной 2 м $k'_p = 2,5$; при длине подконвейерной плиты струга равной 3 м $k'_p = 3,0$, при длине подконвейерной плиты струга равной 4 м $k'_p = 4,0$).

Сумма проекций сил G_k, G_c и R_z на ось X:

$$F_x = G_k + G_c + P_x, \text{ Н.} \quad (3.50)$$

Силы трения в точках контактов подконвейерной плиты струга с конвейером:

$$T_1 = G_k \frac{y'_7 - y'_9}{2y'_7} \mu_1, \text{ Н;} \quad (3.51)$$

$$T_2 = G_k \frac{y'_7 - y'_9}{2y'_7} \mu_1, \text{ Н,} \quad (3.52)$$

где μ_1 – коэффициент трения подконвейерной плиты струга о конвейер, принимаемый равным 0,25 при наличии на подконвейерной плите твердосплавных наплавов и 0,20 при отсутствии твердосплавных наплавов.

Сила трения между подконвейерной плитой струга и почвой:

$$T_3 = (G_k + G_c + P_x) \mu_2, \text{ Н,} \quad (3.53)$$

где μ_3 – коэффициент трения подконвейерной плиты струга о почву, принимаемой равным 0,3 при сухой почве и 0,4 при увлажненной почве.

Требуемая сила подачи струга на забой:

$$N_c = \frac{k_3 \left[P_z (y'_2 + y'_3) + P_y (Z'_3 - Z'_2) - P_y (y'_6 + y'_3) \mu_3 + F_n (y'_5 + y'_3) + T_3 (y'_4 + y'_3) + T_2 (y'_3 - y'_7) + \right. \\ \left. Z_3 + (2k_1 - 1) Z'_1 - (y'_3 + y'_6) \mu_3 - (y'_3 + y'_1) \mu_4 \right. \\ \left. + T_1 (y'_3 - y'_7) \right]}{Z_3 + (2k_1 - 1) Z'_1 - (y'_3 + y'_6) \mu_3 - (y'_3 + y'_1) \mu_4}, \text{ Н}, \quad (3.54)$$

где μ'_3 – коэффициент трения ограничителя толщины стружки о забой,

принимаемый равным 0,35 при хрупком угле и 0,45 при вязком угле;

μ_4 – коэффициент трения корпуса струга о борт конвейера, принимаемый равным 0,25;

k_1 – коэффициент, учитывающий, какая часть силы подачи струга на забой передается через заднюю опору струга на конвейер и принимаемый равным 0,6;

k_3 – коэффициент запаса, определяемый в соответствии с табл.3.7.

и учитывающий изменчивость средней сопротивляемости угля резанию по длине лавы, принимается в соответствии с табл.3.7.

Таблица 3.7 – Зависимость коэффициента запаса k_3 от типа струга и степени хрупкости угля

Степень хрупкости угля	Значение коэффициента запаса, k_3	
	струг скользящего типа	струг отрывного типа
вязкий	1,15	1,25
хрупкий	1,25	1,35

В выражении (3.54) учитываются направления действия сил, а также знаки координат точек их приложения. Координаты y'_3 , y'_1 и Z'_1 принимаются со знаком «+».

Сумма моментов сил и реакций P_x , G_c , G_k , N_c , P_y , T'_6 и R_6 относительно координатной оси Z:

$$M_z = P_y X'_2 + G_r y'_9 - G_c y'_8 - N_c X'_3 - R_e X'_1 - T'_e y'_6 - P_x y'_2, \text{ Н.м} \quad (3.55)$$

Положительное направление момента M_z принимается против часовой стрелки (рис. 3.5 б).

В выражении (3.55) учитываются направления действия сил, а также знаки координат точек их приложения. Входящий в выражение (3.55) момент $G_c y'_9$ принимается со знаком «+» при $y'_9 < 0$ и со знаком «-» при $y'_9 > 0$.

Сила трения в опоре ограничителя толщины стружки на забой:

$$T'_e = (N_c - P_y) \mu_3, \text{ Н.} \quad (3.56)$$

Теперь можно рассчитать силу трения в опорах струга о конвейер. Она будет равна

при $|M_z| \leq |F_x y_7|$

$$T = G_c (\mu_1 + \mu_2) + (G_c + P_x) \mu_2 + N_c \mu_4 + (N_c - P_y) \mu_3, \text{ Н;} \quad (3.57)$$

При $|M_z| \geq |F_x y_7|$

$$T = \frac{|M_z|}{y'_7} (\mu_1 + \mu_2) - (G_c + P_x) \mu_2 + N_c \mu_4 + (N_c - P_y) \mu_3, \text{ Н} \quad (3.58)$$

По приведенной выше методике представляется возможным рассчитать потери на трение в опорах исполнительного органа струговой установки отрывного типа.

Далее определяется необходимое усилие на штоках гидравлических цилиндров системы подачи отрывного струга на забой. Так как современные струговые установки отрывного типа работают практически без отжатия (или с

минимальным отжатием в 3 ÷ 5 см) от забоя, усилие на штоке можно определить по формулам:

при установке гидроцилиндров на каждом рештаке

$$P_c = 0,5K_3''P_y, \text{ Н}; \quad (3.59)$$

при установке гидроцилиндров через один рештак

$$P_c = K_3''P_y, \text{ Н}. \quad (3.60)$$

Здесь P_y – равнодействующая усилий отжима,

K_3'' - коэффициент влияния скорости движения струга на величину усилий, развиваемых гидроцилиндром. При $v_c < 1,0$ м/с, $K_3'' = 1,2$;

при $1,0 \leq v_c \leq 3$ м/с $K_3'' = 1,4 \div 1,5$.

Таким образом, можно рассчитывать параметры системы подачи отрывного при различных её схемах.

Для расчёта сил трения в опорах струга скользящего типа необходимо изобразить вид струга сбоку (рис. 3.6) и вид по стрелке А (рис. 3.7), указав направления и точки приложения действующих сил.

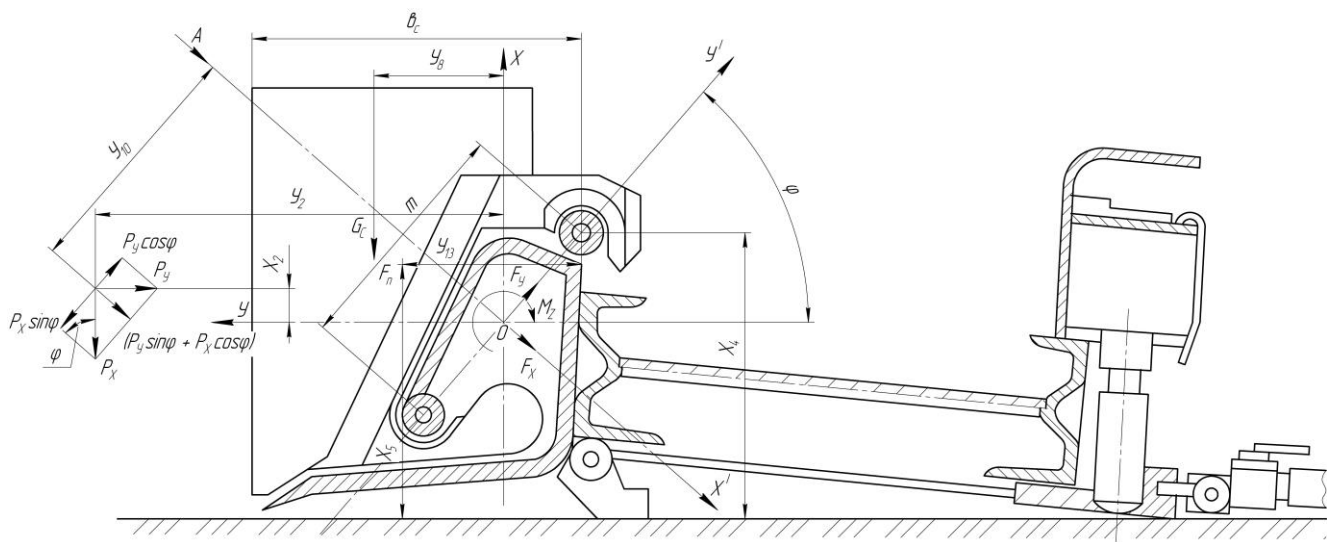


Рисунок 3.6 – Вид сбоку исполнительного органа струговой установки скользящего типа

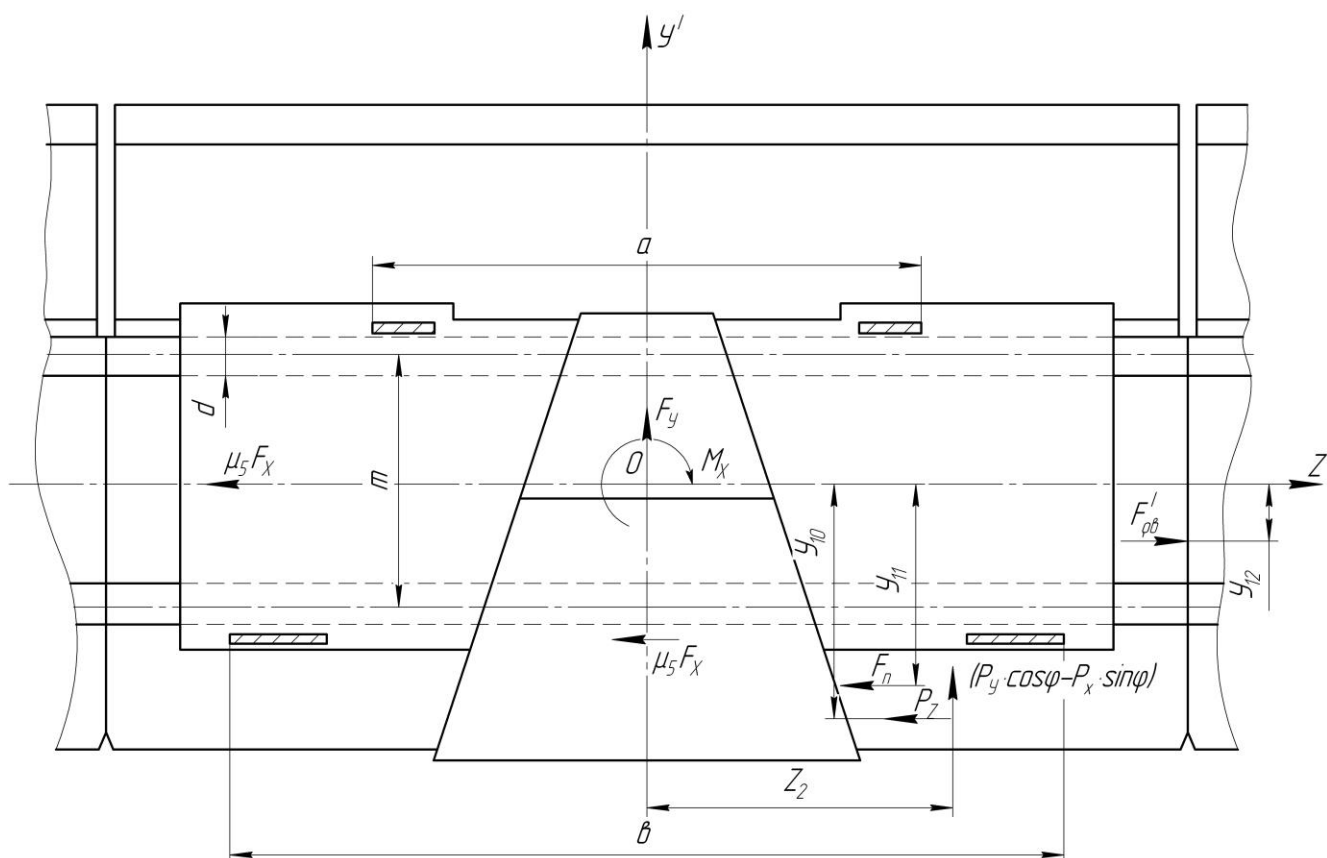


Рисунок 3.7 – Вид по стрелке «А» исполнительного органа струговой установки скользящего типа

Силы, приложенные к стругу, рассматриваются в прямоугольной системе координат. Положительными направлениями координатных осей принимаются:

для оси Z – направление движения струга;

для оси Y – направление подвигания забоя;

для оси X – к кровле пласта.

Вспомогательная система координат повернута относительно основной системы (относительно оси Z) на угол $180^\circ - \psi$ против часовой стрелки.

Положительное направление действия приложенных к стругу сил принимается в соответствии с рис.3.6 и 3.7. На этих рисунках:

$F'_{p.в}$ - сила в точке закрепления рабочей ветви тяговой цепи на струге, соответствующая силам трения в опорах струга при отсутствии его проекта относительно координатных осей X' и Z , Н;

F_x и F_y – суммы проекций сил P_x , P_y и G_c на координатные оси X' и Y' , Н;

M_x и M_z – суммы моментов сил P_x , P_y , G_c , F_n , $F'_{p.в}$ относительно координатных осей X и Z , Нм;

y_{10} – координата точки приложения силы P_z по оси y' , мм;

y_{11} – координата точки приложения силы F_n по оси y' , мм;

y_{12} – координата точки приложения силы $F'_{p.в}$ по оси y' , мм;

y_{13} – расстояние от конвейера на уровне высоты погрузки до точки приложения силы F_n по оси y , мм;

x_4 – расстояние от почвы до геометрического центра верхней трубчатой опоры наклонной направляющей по оси x , мм;

x_5 – расстояние от почвы до точки приложения силы F_n по оси x , мм;

m – расстояние между геометрическими центрами трубчатых опор наклонной направляющей по оси y , мм;

d – диаметр трубчатой опоры наклонной направляющей, мм;

a – расстояние между опорами струга по верхней трубчатой опоре наклонной направляющей, мм;

b – расстояние между опорами струга по нижней трубчатой опоре наклонной направляющей, мм;

ψ – угол, образованный наклонной направляющей и почвой пласта, град.

Координаты $y_2, y_8, y_{10}, y_{12}, x_2, z_2$, расстояние x_4 , а также параметры m, d, a, b и ψ , определяются по результатам эскизной проработки конструктивной схемы струга.

Координаты $y_2, y_{10}, y_{12}, x_2, z_2$ и определяются графическим путем по результатам эскизной проработки струга и по схеме его нагружения (при заданном положении начала координат – т. 0).

Расстояние от конвейера на уровне высоты погрузки до точки приложения силы F_n по оси Y :

$$y_{13} = \frac{b_c}{2}, \text{ м.} \quad (3.61)$$

Расстояние от почвы до точки приложения силы F_n по оси X :

$$x_5 = \frac{(0,5F_2 + F_3 + 0,5F_4)H_n + 0,5(F_y + F_5)H_{c.\min}}{F_n}, \text{ м.} \quad (3.62)$$

Координата точки приложения силы F_n по оси Y' :

$$y_{11} = \left(y_{13} - \frac{x_4 - x_5}{\operatorname{tg} \varphi} \right) \operatorname{Cos} \varphi - \left(0,5m - \frac{x_4 - x_5}{\sin \varphi} \right), \text{ м.} \quad (3.63)$$

Расстояния a и b в случае четырехопорного струга принимаются равными расстояниями между крайними точками двух соответствующих опор, в случае трехопорного струга расстояние a принимается равным длине верхней опоры струга на направляющую.

Суммы проекций сил P_x, P_y и G_c на координатные оси X' и Y' :

$$F_x = (G_c + P_x) \operatorname{cos} \varphi + P_y \sin \varphi, \text{ Н;} \quad (3.64)$$

$$F_y = P_y \operatorname{cos} \varphi - (G_c + P_x) \sin \varphi, \text{ Н.} \quad (3.65)$$

Суммы моментов сил $P_x, P_y, F_n, G_c, F'_{p.в}$ относительно координат осей X' и Z :

$$M_x = -F'_{p.в}y_{12} + F_n y_{11} + P_z y_{10} + F_y \left(\frac{d+m}{2} \right) \mu_5 - (P_y \cos \varphi - P_x \sin \varphi) Z_2, \text{ Нм}, \quad (3.66)$$

$$M_z = P_y X_2 - P_x y_2 - G_c y_8, \text{ Нм}, \quad (3.67)$$

где μ_5 – коэффициент сопротивления движению струга по наклонной направляющей, принимаемый равным 0,5...0,6 при $l_c \leq l_p$ и 0,6...0,7 при $l_c > l_p$.

В выражениях (3.66) и (3.67) учитываются направления действия сил, а также знаки координат точек их приложения.

Положительное направление сумм проекций F_x и F_y совпадает с положительным направлением вспомогательных координатных осей. Положительное направление моментов M_x и M_z принимается по часовой стрелке.

Усилие в точке закрепления рабочей ветви тяговой цепи на струге:

$$F'_{p.в} = P_z + F_n + (F_x + F_y) \mu_5, \text{ Н}, \quad (3.68)$$

Силы трения T в опорах струга на наклонную направляющую в зависимости от соотношения между суммами проекций F_x, F_y и суммами моментов M_x, M_z определяются по табл. 3.8.

Таблица 3.8 - Формулы для расчёта сил трения в опорах струга на наклонную направляющую

Соотношение между F_x, F_y и M_x, M_z			Сила трения в опорах струга, T , Н
$ M_z \leq \left \frac{F_x m}{2} \right $	$F_y > 0$	$ M_x \leq \left \frac{F_y b}{2} \right $	$(F_x + F_y) \mu_5$
		$ M_x > \left \frac{F_y b}{2} \right ; M_{x1} < \left \frac{F_y b}{2} \right $	$(F_x + F_y) \mu_5$
		$ M_x > \left \frac{F_y b}{2} \right ; M_{x1} > \left \frac{F_y b}{2} \right $	$\left[\frac{4 M_{x1} }{a+b} + \frac{ F_y (a-b)}{a+b} + F_x \right] \mu_5$
	$F_y < 0$	$ M_x \leq \left \frac{F_y a}{2} \right $	$(F_x + F_y) \mu_5$
		$ M_x > \left \frac{F_y a}{2} \right ; M_{x1} < \left \frac{F_y a}{2} \right $	$(F_x + F_y) \mu_5$
		$ M_x > \left \frac{F_y a}{2} \right ; M_{x1} > \left \frac{F_y a}{2} \right $	$\left[\frac{4 M_{x1} }{a+b} + \frac{ F_y (a-b)}{a+b} + F_x \right] \mu_5$
$ M_z > \left \frac{F_x m}{2} \right $	$F_y < 0$	$ M_{x2} \leq \left \frac{F_y b}{2} \right $	$\left(F_y + \frac{2 M_z }{m} \right) \mu_5$

		$ M_{x2} > \left \frac{F_y \epsilon}{2} \right ; M_{x3} < \left \frac{F_y \epsilon}{2} \right $	$\left(F_y + \frac{2 M_z }{m} \right) \mu_5$
		$ M_{x2} > \left \frac{F_y \epsilon}{2} \right ; M_{x3} > \left \frac{F_y \epsilon}{2} \right $	$\left[\frac{2 M_z }{m} + \frac{4 M_{x3} }{a + \epsilon} + \frac{ F_y (a - \epsilon)}{a + \epsilon} \right] \mu_5$
	$F_y < 0$	$ M_{x2} \leq \left \frac{F_y a}{2} \right $	$\left(F_y + \frac{2 M_z }{m} \right) \mu_5$
		$ M_{x2} > \left \frac{F_y a}{2} \right ; M_{x3} < \left \frac{F_y a}{2} \right $	$\left(F_y + \frac{2 M_z }{m} \right) \mu_5$
		$ M_{x2} > \left \frac{F_y a}{2} \right ; M_{x3} > \left \frac{F_y a}{2} \right $	$\left[2 \frac{ M_z }{m} + \frac{4 M_{x3} }{a + \epsilon} + \frac{ F_y (a - \epsilon)}{a + \epsilon} \right] \mu_5$

В табл.3.8 индексами M_{x1}, M_{x2} и M_{x3} обозначены моменты:

$$M_{x1} = \frac{M_x + \frac{2b|F_y|y_{12}\mu_5}{a+b}}{1 + \frac{4y_{12}\mu_5}{a+b}}, \text{ Нм}; \quad (3.69)$$

$$M_{x2} = M_x - \left(\frac{2|M_z|}{m} - |F_x| \right) y_{12}\mu_5 - |F_x| \frac{m}{2} \mu_5, \text{ Нм}; \quad (3.70)$$

$$M_{x3} = \frac{M_{x2} + \frac{2b|F_y|y_{12}\mu_5}{a+b}}{1 + \frac{4y_{12}\mu_5}{a+b}}, \text{ Нм}. \quad (3.71)$$

В формулах (3.70) и (3.71) слагаемое $\frac{2b|F_y|}{a+b} y_{12}\mu_5$ принимается со знаком «+» при $y_{12} < 0$ и со знаком «-» при $y_{12} > 0$; слагаемое $\frac{4y_{12}\mu_5}{a+b}$ принимается со знаком «+»: при $M_x > 0$ или $M_{x2} > 0$ и $y_{12} < 0$, при $M_x < 0$ или $M_{x2} < 0$ и $y_{12} > 0$;

Со знаком «-»: при $M_x > 0$ или $M_{x2} > 0$ и $y_{12} > 0$,
при $M_x < 0$ или $M_{x2} < 0$ и $y_{12} < 0$.

В формуле (3.70) учитывается знак координаты y_{12} ; слагаемое $|F_x| \frac{m}{2} \mu_5$ принимается со знаком «-» при $M_z > 0$ и со знаком «+» при $M_z < 0$.

Среднее значение тяговых усилий в цепи струга без учета влияния средней скорости движения струга определяется по выражению, аналогичному (3.42)

$$F'_T = P_z + F_{II} + T + F_u, \text{ Н.} \quad (3.72)$$

Среднее значение тяговых усилий в цепи с учётом влияния средней скорости движения струга равно

$$F_T = K_v F'_T, \text{ Н} \quad (3.73)$$

Коэффициент влияния средней скорости струга на усилие в его тяговой цепи K_v принимается равным

$$K_v = 1,0 \text{ при } v_c = (0,40-0,70), \text{ м/с;}$$

$$K_v = 0,9 \text{ при } v_c = (0,71-1,10), \text{ м/с;}$$

$$K_v = 0,85 \text{ при } v_c > 1,10 \text{ м/с.}$$

Усилия на шток гидроцилиндров системы подачи определяется по выражениям 3.59 и 3.60.

3.5 Расчёт мощности привода струга

Расчет мощности электродвигателей привода струга следует начинать с определения её предварительного значения:

$$P_{\text{сум.н}} = \frac{F_э V_c}{100 \eta_m}, \text{ кВт,} \quad (3.74)$$

здесь η_m - к.п.д. механической передачи привода, принимается по конструкторской документации на установку. При проектировочных расчетах рекомендуется принимать $\eta_m = 0,82$.

$F_э$ - эффективное значение тягового усилия,

$$F_э = F_m \sqrt{1 + \nu^2}, \quad (3.75)$$

где ν - результирующий коэффициент вариации тягового усилия в цепи струга.

При расчетах $F_э$ отрывных струговых установок рекомендуется принимать равным $\nu = 0,305$, для скользящих - $\nu = 0,275$.

Следует отметить, что электродвигатели приводов струга работают в повторно-кратковременном режиме с частыми пусками.

Исследования, проведенные в ШахтНИУИ, позволили установить, что при отстающем режиме работы струговой установки ($\frac{V_c}{V_k} < 1$) фактическая относительная продолжительность включения электродвигателей привода струга для электродвигателей с воздушным охлаждением от собственного вентилятора (самовентилируемый электродвигатель) $PВ_{факт}=50\%$, а для электродвигателей с независимым водяным охлаждением – $PВ_{факт}=40\%$; при опережающем режиме работы ($1 < \frac{V_c}{V_k} \leq 3,5$) – соответственно 40% и 30%.

Предварительно установленное значение необходимой номинальной мощности электродвигателя привода струга в продолжительном режиме работы

$$P_n^1 = \frac{P_{сум.п}}{2 \sqrt{\frac{PВ'ном}{PВфакт} + \frac{\Delta P_{пост}}{\Delta P_{пер}} \left(\frac{PВ'ном}{PВфакт} - 1 \right)}}, \text{кВт} \quad (3.76)$$

По значению P_n^1 предварительно выбирается электродвигатель привода струга, мощность которого должна быть выше или равна значению P_n^1 . По технической характеристике этого электродвигателя определяются его паспортные данные: P_n – номинальная мощность, кВт; M_n , M_n и M_k – соответственно номинальный, пусковой и критический момент, кгс; S_n и S_k – номинальное и критическое скольжение; j – момент инерции ротора кгм²; R_1 и R_2 – сопротивления обмоток статора и ротора; O_m ; $\Delta P_{мех}$, $\Delta P_{пер}$; $\Delta P_{пост}$ – механические, переменные и постоянные потери, Вт; n_o – синхронное число оборотов, об/мин, $PВ_{ном}$ – номинальная продолжительность включения, %; η – к.п.д. электродвигателя.

Расчет эффективного значения момента электродвигателей основного $M_{э1}$ и вспомогательного $M_{э2}$ приводов струга ведется по следующей методике. Основным приводом принято считать привод у разгрузочной головки струга.

$$M_{\partial 1} = M_{01} \sqrt{1 + \nu_1^2}, \quad (3.77)$$

$$M_{\partial 2} = M_{02} \sqrt{1 + \nu_2^2}, \quad (3.78)$$

Здесь M_{01} и M_{02} – средние значения моментов электродвигателей основного и вспомогательного приводов струга, кгс.м;

ν_1 и ν_2 – результирующие коэффициенты вариации моментов электродвигателей основного и вспомогательного приводов струга.

Средние значения моментов электродвигателей определяются по формуле:

$$M_{01} = M_{02} = \frac{RF_m}{2i}, \quad (3.79)$$

где R – радиус начальной окружности тяговой звездочки привода струга, м;

F_m – среднее значение тягового усилия в цепи струга, кгс;

i – передаточное число редуктора привода струга.

Результирующий коэффициент вариации мощности электродвигателя привода струга равен:

$$\nu_1 = \sqrt{\nu_{\partial n1}^2 + \nu_{\partial \partial 1}^2}, \quad (3.80)$$

где $\nu_{\partial n1}$ и $\nu_{\partial \partial 1}$ – коэффициенты вариации низкочастотной и высокочастотной составляющей момента электродвигателя основного привода струга.

Результирующий коэффициент вариации момента электродвигателя вспомогательного привода струга равен

$$\nu_2 = \nu_{\partial n2} \quad (3.81)$$

Здесь $\nu_{\partial n2}$ – коэффициент вариации низкочастотной составляющей момента электродвигателя вспомогательного струга.

Значения $\nu_{\partial n1}$ и $\nu_{\partial \partial 1}$ определяются по выражениям:

$$\nu_{\partial n1} = 1,4\nu_n; \quad (3.82)$$

$$\nu_{\partial n2} = 0,6\nu_n, \quad (3.83)$$

где ν_n – коэффициент вариации низкочастотной составляющей тягового усилия в цепи струга.

Величина ν_n определяется по формуле:

$$\nu_n = k_n \nu_L,$$

где k_n – коэффициент влияния неравномерности сил резания на неравномерность тягового усилия в цепи струга. Значение k_n принимают в соответствии с таблицей 3.9.

Таблица 3.9 – Зависимость коэффициента k_n от величины результирующей силы резания

Результирующая средних сил резания, кН	Значение коэффициента, k_n	
	отрывной струг	скользящий струг
10-20	0,2-0,35	0,32-0,47
20-30	0,35-0,45	0,47-0,57
30-40	0,45-0,52	0,57-0,64
40-50	0,52-0,57	0,64-0,69
50-60	0,57-0,61	0,69-0,73
60-70	0,61-0,63	0,73-0,76
80-100	0,64-0,66	0,76-0,79
100-120	0,65-0,68	0,79-0,82
120-150	0,68-0,70	0,82-0,84

Коэффициент вариации высокочастотной составляющей момента электродвигателя основного привода струга $\nu_{\partial \delta 1}$ равен

$$\nu_{\partial \delta 1} = 2\nu_{\partial \delta}, \quad (3.84)$$

где $\nu_{\partial \delta}$ – коэффициент вариации высокочастотной составляющей тягового усилия в цепи струга.

Значения $v_{об}$ следует принимать исходя из следующих данных: для отрывного струга - от 0,29 до 0,32, для скользящего струга – от 0,20 до 0,25 (меньше значения для более слабых углей).

Результирующее эффективное значение момента электродвигателя привода струга равно:

$$M_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{M_{\varepsilon 1}^2 + M_{\varepsilon 2}^2}{2}} \quad (3.85)$$

Необходимая суммарная мощность электродвигателя привода струга определяется:

$$P_{сум} = \frac{2M_{\varepsilon}n_n}{955\eta_n}, \text{кВт} \quad (3.86)$$

Здесь n_n – номинальная частота вращения ротора электродвигателя

$$n_n = n_o(1 - s_n), \text{об/мин.} \quad (3.87)$$

Если $P_{сум} \leq P_n^1$, значит выбранный предварительно электродвигатель по механическим характеристикам соответствует условиям работы. При $P_{сум} > P_n^1$ необходимо принять следующий по мощности электродвигатель.

Возможная тепловая мощность выбранного электродвигателя в повторно-кратковременном режиме работы определяется по выражению

$$P_{п.н} = P_n \sqrt{\frac{ПВ_{ном} + \Delta P_{пост} \left(\frac{ПВ_{ном}}{ПВ_{факт}} - 1 \right)}{\frac{ПВ_{ном}}{ПВ_{факт}} + \Delta P_{пер} \left(\frac{ПВ_{ном}}{ПВ_{факт}} - 1 \right)}}, \text{кВт} \quad (3.88)$$

Значения $\Delta P_{пост}$ и $\Delta P_{пер}$ принимаются по технической характеристике электродвигателя.

Если $P_{сум} \leq 2P_{п.н}$, то выбранный электродвигатель пригоден для использования в составе привода струга в заданном повторно-кратковременном режиме.

Мощность допустимых суммарных потерь в электродвигателе при работе в продолжительном режиме равна

$$\Delta P_1 = P_n \left[\left(\frac{100}{\eta} - 1 \right) + \frac{K_\partial^1 - 0,5}{\eta} - \frac{\Delta P_{мех}}{P_n} \right], \text{ кВт} \quad (3.89)$$

Здесь η – к.п.д. электродвигателя, %, принимается по технической характеристике на электродвигатель.

K_∂^1 – числовой коэффициент, величина которого определяется синхронной частотой, вращения ротора электродвигателя; при $n_o = 1500$ об/мин K_∂^1 принимается равным 1,66.

Выше отмечалось, что работа приводов струга характеризуется частыми пусками, поэтому далее определяются потери электродвигателя при пуске

$$\Delta A_n = \frac{J_1 \omega_o^2}{2} \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right), \text{ Вт} \quad (3.90)$$

Здесь j_1 – момент инерции ротора электродвигателя и приведенный к нему момент инерции вращающихся элементов редуктора, кгм;

$\omega_o = \frac{n_o \pi}{30}$, рад/с – синхронная угловая скорость вращения ротора электродвигателя;

R_1 и R_2 – сопротивление обмоток статора ротора электродвигателя, Ом.

Мощность фактических суммарных потерь в электродвигателе в повторно-кратковременном режиме с частыми пусками определяется так:

$$\Delta P = \Delta P_{ном} + \Delta P_{пер} \cdot K_3^2 + \frac{\Delta A_p}{t_p} \quad (3.91)$$

Коэффициент загрузки электродвигателей привода струга основного

$$k_{3.1} = \frac{P_{сум}}{P_n} k_{3.1}^1; \quad (3.92)$$

вспомогательного

$$k_{3.2} = \frac{P_{сум}}{P_{ном}} k_{3.2}^1. \quad (3.93)$$

Значения k_{31}^1 и k_{32}^1 определяются в соответствии с табл.3.10.

Таблица 3.10 – Значения коэффициентов k_{31}^1 и k_{32}^1 при $\Delta t = 0,3c$ (наименьшее значение выдержки времени Δt , реализованное в современных струговых установках)

$Z_{фактi}$ вкл/ч		10	35	75	125	175
$C_o=(4-5)10^7H$	k_{31}^1	1.00	1.06	1.07	1.25	1.75
	k_{32}^1	1.00	0.93	0.87	0.85	0.83
$V_c=0.6-0.8$ м/с, $C_o=(6-7)10^7H$	k_{31}^1	1.00	0.99	0.98	0.85	0.73
	k_{32}^1	1.00	0.98	0.96	0.94	0.93
$C_o=(8-9)10^7H$	k_{31}^1	1.00	1.00	0.90	0.90	0.85
	k_{32}^1	1.00	1.00	1.10	1.10	1.15
$C_o=(4-5)10^7H$	k_{31}^1	1.00	1.02	1.03	1.03	1.02
	k_{32}^1	1.00	0.98	0.97	0.97	0.95
$V_c=1.0-1.2$ м/с, $C_o=(6-7)10^7H$	k_{31}^1	1.00	0.93	0.80	0.70	0.65
	k_{32}^1	1.00	1.07	1.20	1.30	1.35
$C_o=(8-9)10^7H$	k_{31}^1	1.00	0.90	0.80	0.65	0.52
	k_{32}^1	1.00	1.10	1.20	1.35	1.48
$C_o=(4-5)10^7H$	k_{31}^1	1.00	0.88	0.73	0.60	0.50
	k_{32}^1	1.00	1.03	1.12	1.26	1.37
$V_c=1.5-3.0$ м/с, $C_o=(6-7)10^7H$	k_{31}^1	1.00	0.90	0.78	0.70	0.60
	k_{32}^1	1.00	1.03	1.12	1.30	1.40
$C_o=(8-9)10^7H$	k_{31}^1	1.00	0.90	0.83	0.73	0.62
	k_{32}^1	1.00	1.02	1.08	1.22	1.38

Продолжительность периода установившейся работы электродвигателей привода струга t_p зависит от фактического числа включений в час $Z_{факт}$ и передаточного отношения редуктора i . По результатам исследований ШахтНИУИ

$$\text{при } V_c < V_k \quad t_p \frac{1440}{Z_{факт.i}},$$

$$\text{при } \frac{V_c}{V_k} > 1 \quad t_p \frac{1080}{Z_{факт.i}}$$

Рекомендуется провести расчеты t_p при $Z_{факт} = 10; 35; 75; 120$ и 175 вкл/час.

Рациональные значения выдержки времени между пусками электродвигателей привода струга, обеспечивающих минимум механических перегрузок и тепловых потерь

$$\Delta t = \frac{10^3 P_H}{\omega_H^2 C'_2}, \text{ сек.} \quad (3.94)$$

Здесь C'_2 – приведенный к ротору электродвигателя коэффициент жесткости вспомогательной ветви цепи струга

$$C_2 = \frac{C_o R^2}{L_c i^2} \quad (3.95)$$

Значение жесткости цепи струга принимается по технической документации на тяговую цепь струга.

Мощность допустимых суммарных потерь в электродвигателе в повторно-кратковременном режиме работы при различных значениях $Z_{факт.i}$ определяется по выражению

$$P_2 = \Delta P_1 \frac{100}{PB_{факт}} - \frac{\Delta A_n}{t_p}, \text{ кВт} \quad (3.96)$$

Далее следует определить устойчивое значение момента электродвигателя основного привода

$$M_{уст.1} = \frac{0,7 M_k}{m_2 (1 + K \partial v_{\partial.н.1})}, \text{ Нм} \quad (3.97)$$

Здесь M_k – значение критического момента электродвигателя привода струга;

m_2 – кратность допустимой перегрузки электродвигателя основного привода по фактору высокочастотной составляющей момента сопротивлений на тяговой звездочке;

K_δ – относительное отклонение низкочастотной составляющей момента электродвигателя основного привода, по результатам исследований ШахтНИУИ $K_\delta=1,9$;

$\nu_{\delta.n.1}$ – коэффициент вариации низкочастотной составляющей момента электродвигателя основного привода.

Для определения значения m_2 необходимо воспользоваться графиком на рис.3.8, предварительно определив величины m_1 – кратность наибольших значений высокочастотной составляющей момента сопротивления на тяговой звездочке основного привода струга.

Величина m_1 определяется

$$m_1 = \frac{M_1}{M_{01}}, \quad (3.98)$$

где M_1 – наибольшее значение высокочастотной составляющей момента сопротивления на тяговой звездочке основного привода, оно рассчитывается по выражению

$$M_1 = M_{01} + \frac{R}{i} A_{f \max}, \quad (3.99)$$

где $A_{f \max}$ – наибольшее значение амплитуды высокочастотной составляющей тягового усилия в цепи струга.

$$A_{f \max} = A'_{f \max} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (3.100)$$

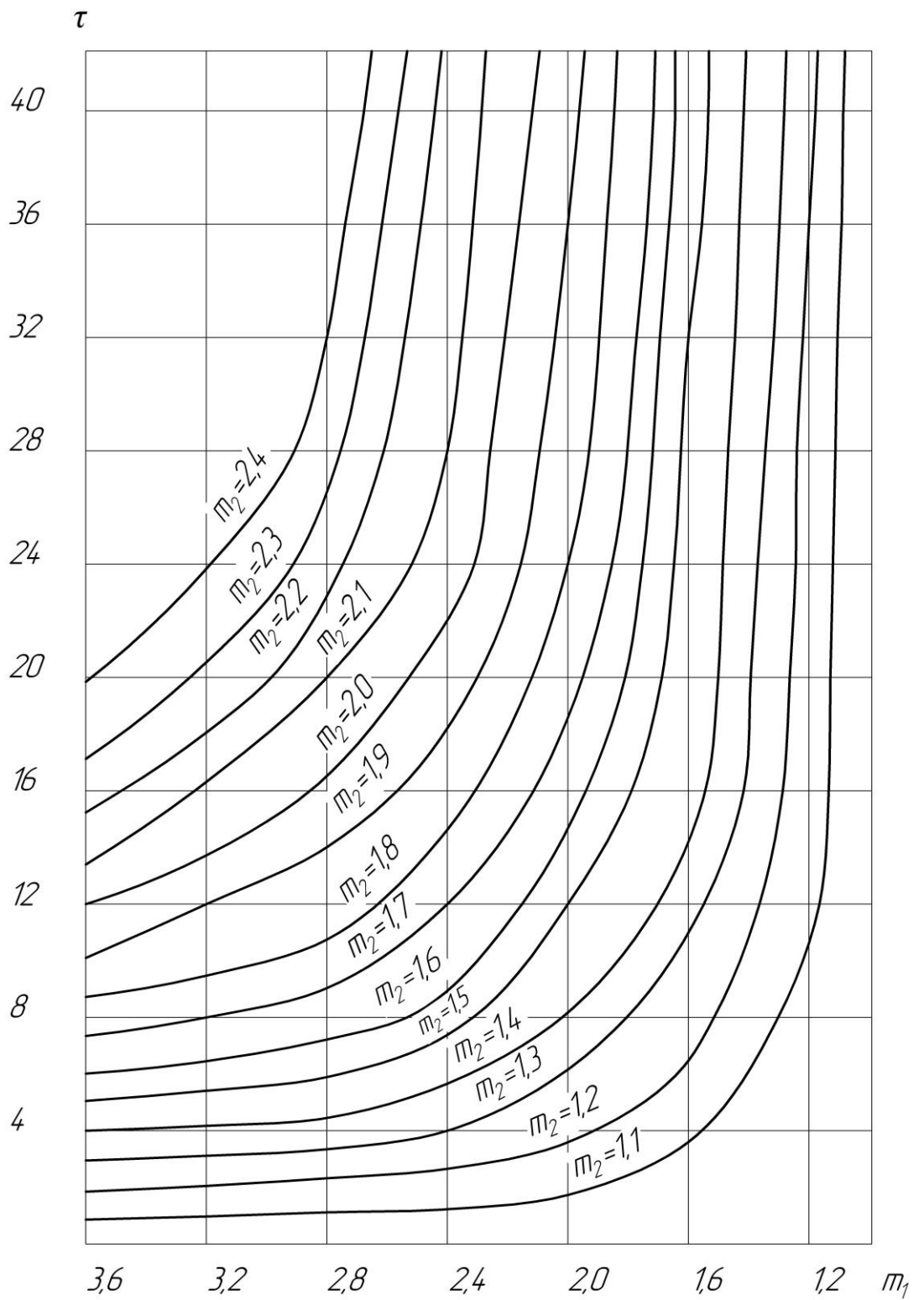


Рисунок - 3.8 График для определения значений m_2

где $A'_{f \max}$ – наибольшее значение амплитуды высокочастотной составляющей для принятых значений массы струга $m_c = 2500$ кгс и жесткости цепи струга $4.3 \cdot 10^6$ кгс. Её величина определяется по графику на рис.3.9.

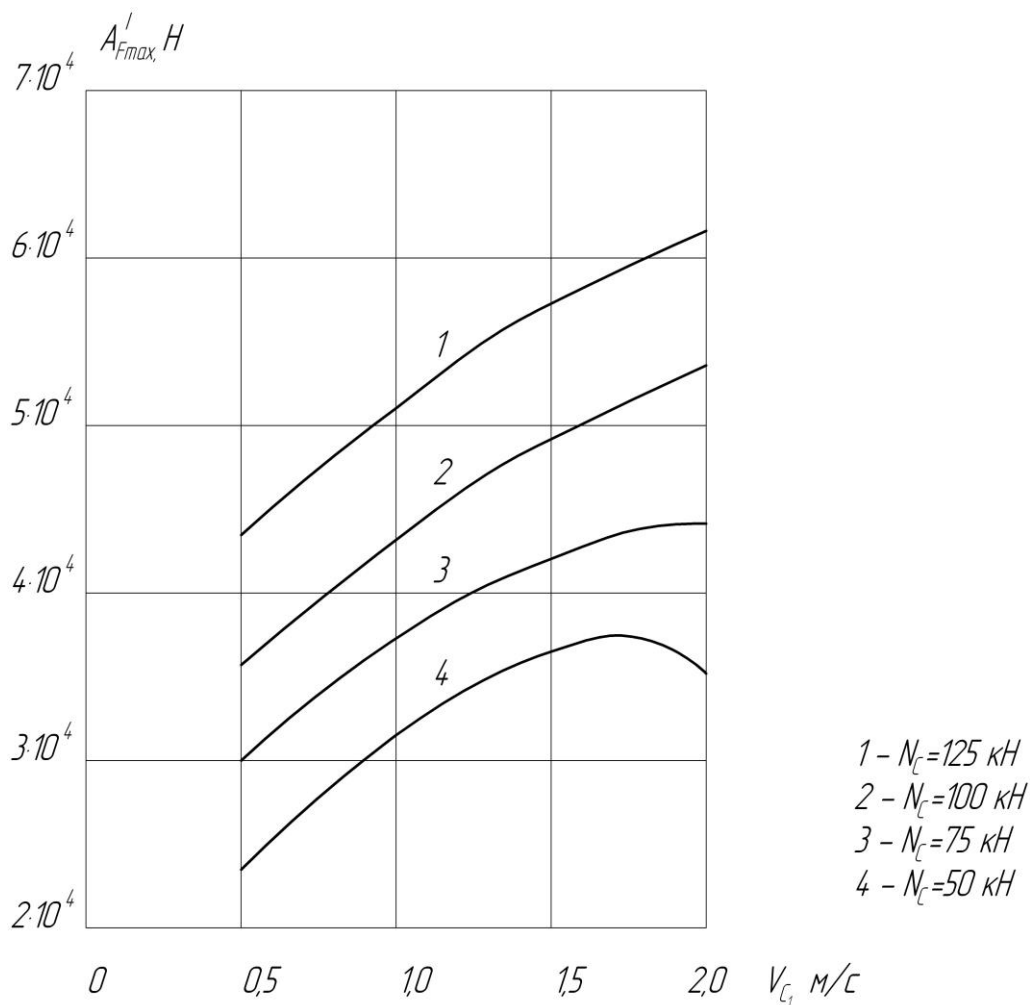


Рисунок 3.9 - График для определения A'_{Fmax} при различных значениях усилий подачи 1- $N_c=125$ кН, 2- $N_c=100$ кН, 3- $N_c=75$ кН K_1 -коэффициент влияния массы струга, при $m_c=100-200$ кН $K_1=0,9=0,95$; при $m_c=300-400$ кН; $K_1=1,1-1,2$

Коэффициент влияния жесткости цепи струга принимается исходя из следующих данных:

при $C_o=(4,3-5,1)10^7$ Н $K_2=1$; при $C_o=(6,5-8,7)10^7$ Н $K_2=1.05-1,1$

Значения K_3 – коэффициента влияния наибольших значений результирующей сил резания на резцах струга в момент скола элемента стружки для современных исполнительных органов принимается равным 1,2.

Если $\frac{M_{уст.1}}{K_{3.1}} \leq M_n$, то принятый электродвигатель пригоден для его использования в составе привода струга по фактору его работы без опрокидывания при заданных нагрузках на струг.

3.6 Расчет поперечной устойчивости струговых установок

Поперечная устойчивость элементов струговой установки является важным фактором её стабильной работы.

Под поперечной устойчивостью базы струговой установки принято понимать способность стругового конвейера сохранять устойчивое положение относительно почвы пласта в плоскости, перпендикулярной направлению движения струга под действием сил, передаваемых на него гидроцилиндрами системы подачи.

Поперечная устойчивость системы «струг-база» струговой установки – это способность системы «струг-база» сохранять устойчивое положение относительно почвы пласта и забоя лавы в плоскости, перпендикулярной направлению движения струга, под действием сил, действующих на исполнительный орган и базу со стороны забоя и гидроцилиндров системы подачи.

При потере устойчивости базы конвейер струговой установки может опрокинуться на забой, что создает помимо прочего серьезную аварийную травмоопасную ситуацию. Потеря устойчивости системы «струг-база» имеет последствием или уход исполнительного органа в почву или выход на земник. Переход к исходному состоянию при этом потребует значительных трудозатрат.

Рассмотрим методику расчета поперечной устойчивости струговых установок при их компоновке с индивидуальными или комплектными крепями. Для расчета поперечной устойчивости базы струговых установок необходимо

изобразить вид сбоку базы с элементами системы подачи, указав точки приложения и направления действующих сил. На рис.3.10 показана схема для расчета устойчивости базы струговой установки отрывного типа, а на рис. 3.11 – струговой установки скользящего типа при их компоновке с индивидуальными или комплектными крепями.

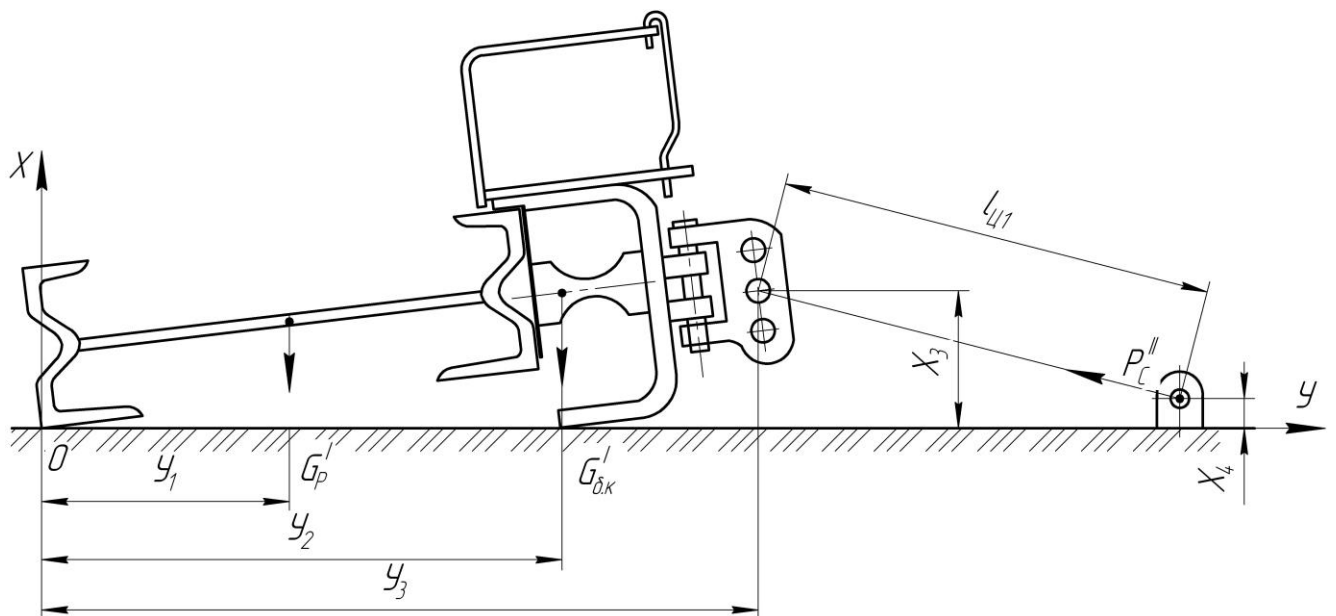


Рисунок 3.10 - Схема для расчета устойчивости базы струговой установки отрывного типа

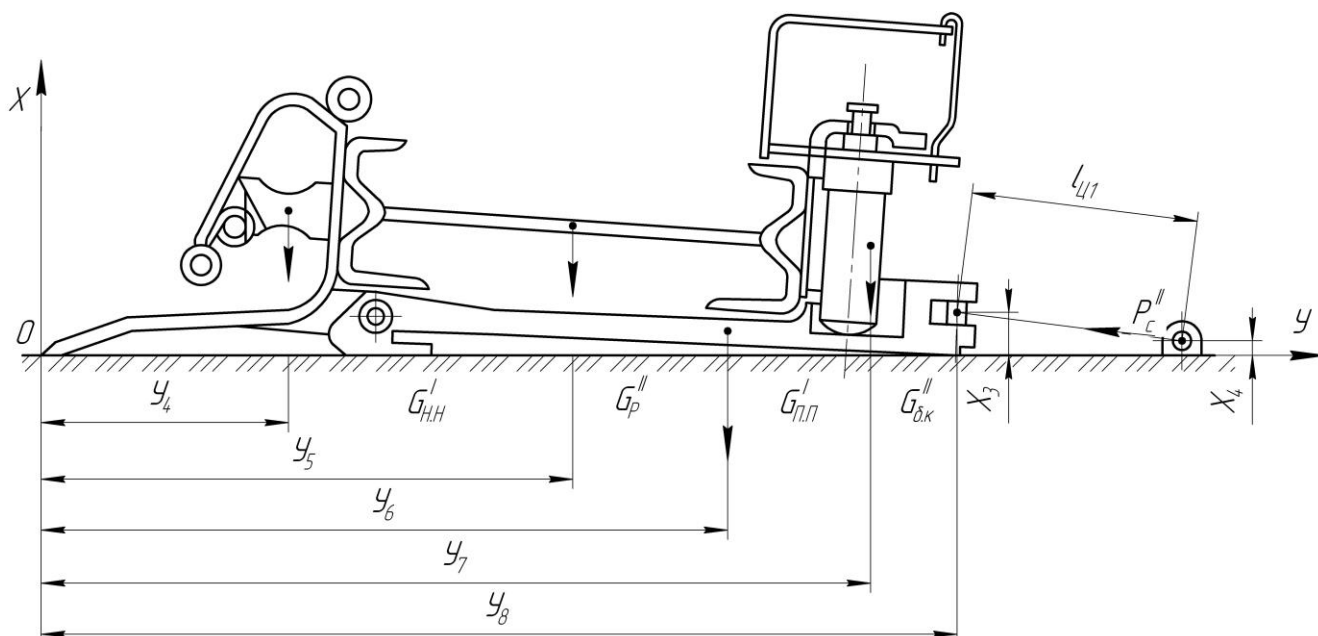


Рисунок 3.11 - Схема для расчета устойчивости базы струговой установки скользящего типа

Силы, приложенные к базе струговой установки, рассматриваются в прямоугольной системе координат. За начало координат принимается точка «О», расположенная для струговой установки отрывного типа на почве пласта у нижней кромки забойной части стругового конвейера, а для установки скользящего типа – на почве пласта у забойной кромки угольника наклонной направляющей. Положительными направлениями осей координат приняты для оси X- к кровле пласта, для оси Y- противоположное направлению подвиганию забоя.

В качестве коэффициента запаса устойчивости базы струговой установки принято отношение моментов сил, удерживающих базу струговой установки от опрокидывания в плоскости, перпендикулярной движению струга ($M_{y.\bar{o}}$), и стремящихся её опрокинуть в этой плоскости ($M_{o.\bar{o}}$):

$$K_{y.\bar{o}} = \frac{M_{y.\bar{o}}}{M_{o.\bar{o}}} \quad (3.101)$$

Для струговой установки отрывного типа момент сил, стремящихся опрокинуть базу, равен

$$M_{o.б} = P'_{в.с} y_3 + P'_{с.з} x_1, \text{ Н} \quad (3.102)$$

Здесь $P'_{с.в}$ и $P'_{с.з}$ - вертикальная и горизонтальная составляющие усилия на штоке гидроцилиндра системы подачи P'_c , кгс.

Из рис.3.10 не трудно видеть, что

$$P'_{с.в} = P'_c \frac{x_1 - x_2}{l_{ц1}}, \text{ Н}; \quad (3.103)$$

$$P'_{с.з} = P'_c \cdot \sqrt{\frac{l_{ц1}^2 - (x_1 - x_2)^2}{l_{ц1}^2}}, \text{ Н} \quad (3.104)$$

Момент сил, удерживающих базу струговой установки отрывного типа от опрокидывания, равен (см.рис.3.10).

$$M'_{y.б} = G'_p y_1 + G'_{б.к} y_2, \text{ Н}. \quad (3.105)$$

Здесь $G'_p = G_p \cdot K'_{р1}, \text{ Н};$

$$(3.106)$$

$$G'_{б.к} = G_{б.к} \cdot K'_{р1}, \text{ Н},$$

где G_p – сила тяжести рештака стругового конвейера со скребковыми цепями, кгс;

$G_{б.к}$ – сила тяжести бортовых коммуникаций рештака, кгс.

Значения $G_p, G_{б.к}$ и координат их точек приложения принимаются по технической документации на струговую установку.

Величина коэффициента $K'_{р1}$, учитывающего количество рештаков стругового конвейера, на которые воздействуют гидроцилиндры системы подачи, зависит от шага их расстановки.

По данным ШахтНИУИ при расстановке гидроцилиндров на каждом рештаке $K'_{р1} = 1$; при расстановке через 1 рештак $K'_{р1} = 1,5$; при расстановке более чем через 1 рештак $K'_{р1} = 2$.

Для струговой установки скользящего типа при компоновке с индивидуальной или комплектной крепью момент сил, стремящихся опрокинуть базу, равен

$$M'_{o.\bar{b}} = P''_{c.в} y_8 + P''_{c.г} \cdot x_8, \text{ Н}, \quad (3.107)$$

здесь $P''_{c.в}$ и $P''_{c.г}$ - вертикальная и горизонтальная составляющие усилия на штоке гидроцилиндра системы подачи P''_c , Н.

В соответствии с рис.3.11.

$$P'_{c.в} = P''_c \frac{x_5 - x_4}{\ell_{ц2}}, \text{ кгс} \quad (3.108)$$

$$P''_{c.г} = P''_c \sqrt{\frac{\ell_{ц2}^2 - (x_5 - x_4)^2}{\ell_{ц2}^2}}, \text{ Н}, \quad (3.109)$$

где $\ell_{ц2} = \ell_{ц1} + \Delta\ell_{ц}$, м.

Допустимая величина отжатия от забоя исполнительного органа струговой установки скользящего типа $\Delta\ell_{ц}$ в расчетах принимается равной 0,03 м.

Момент сил, удерживающих базу струговой установки скользящего типа от опрокидывания, равен (см. рис.3.11):

$$M''_{y.\bar{b}} = G'_{н.н} \cdot y_4 + G''_p \cdot y_5 + G'_{н.н} \cdot y_6 + G''_{б.к} \cdot y_7, \text{ Н}, \quad (3.110)$$

где $G'_{н.н} = G_{н.н} \cdot K'_{p1}$, Н; (3.111)

$$G''_p = G''_p \cdot K'_{p.1}, \text{ Н}; \quad (3.112)$$

$$G'_{н.н} = G_{н.н} \cdot K'_{p1}, \text{ Н}; \quad (3.113)$$

$$G''_{\bar{b}.k} = G_{\bar{b}.k} \cdot K'_{p1}, \text{ Н.} \quad (3.114)$$

Здесь $G_{n.n}$ - сила тяжести наклонной направляющей, Н;

$G_{n.n}$ - сила тяжести подконвейерной плиты, Н;

$G_{\bar{b}.k}$ - сила тяжести бортовых коммуникаций рештака, кгс.

Значения G_p , $G_{n.n}$, $G_{n.n}$, $G_{\bar{b}.k}$ и координат их точек приложения принимаются по технической документации на струговую установку.

Величина усилий на штоке гидроцилиндра системы подачи P'_c , P''_c определяются по выражению

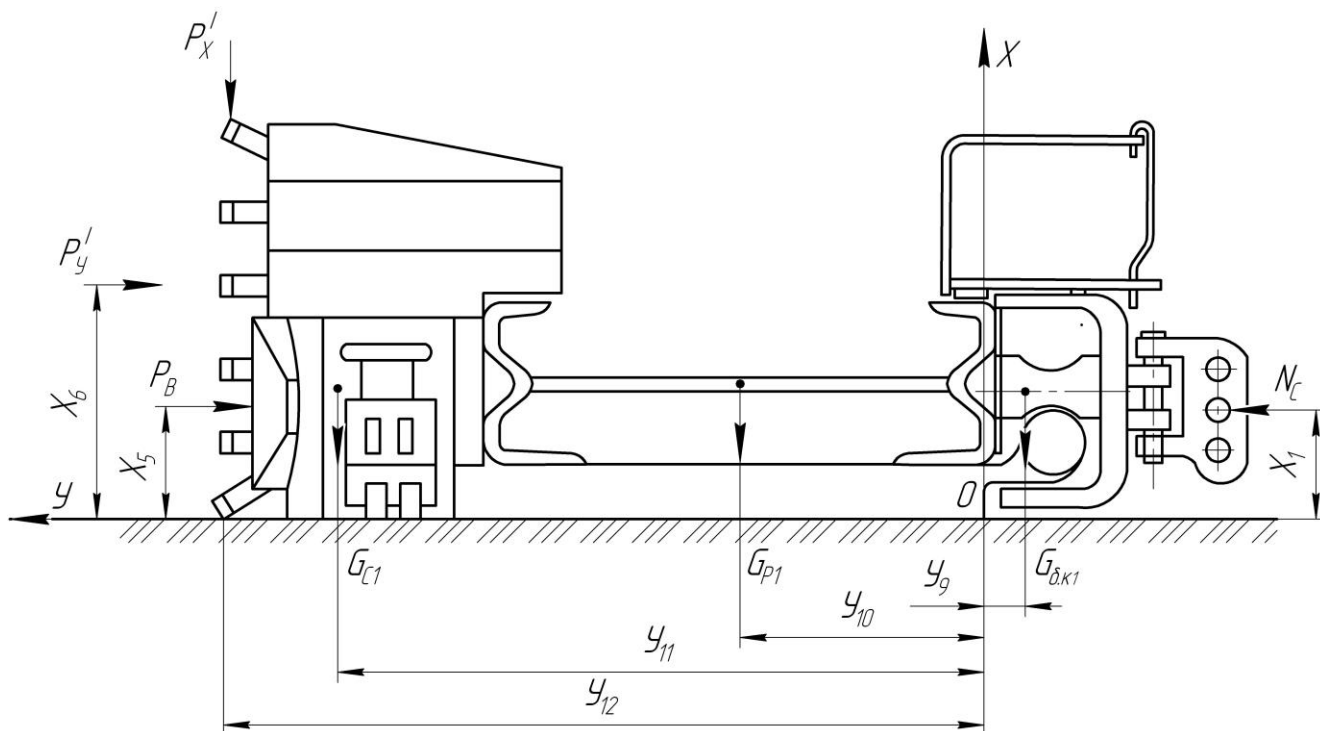
$$P'_c, P''_c = P_c \cdot \eta_{ц}, \text{ Н} \quad (3.115)$$

Здесь P_c - требуемое усилие на штоке гидроцилиндра системы подачи.

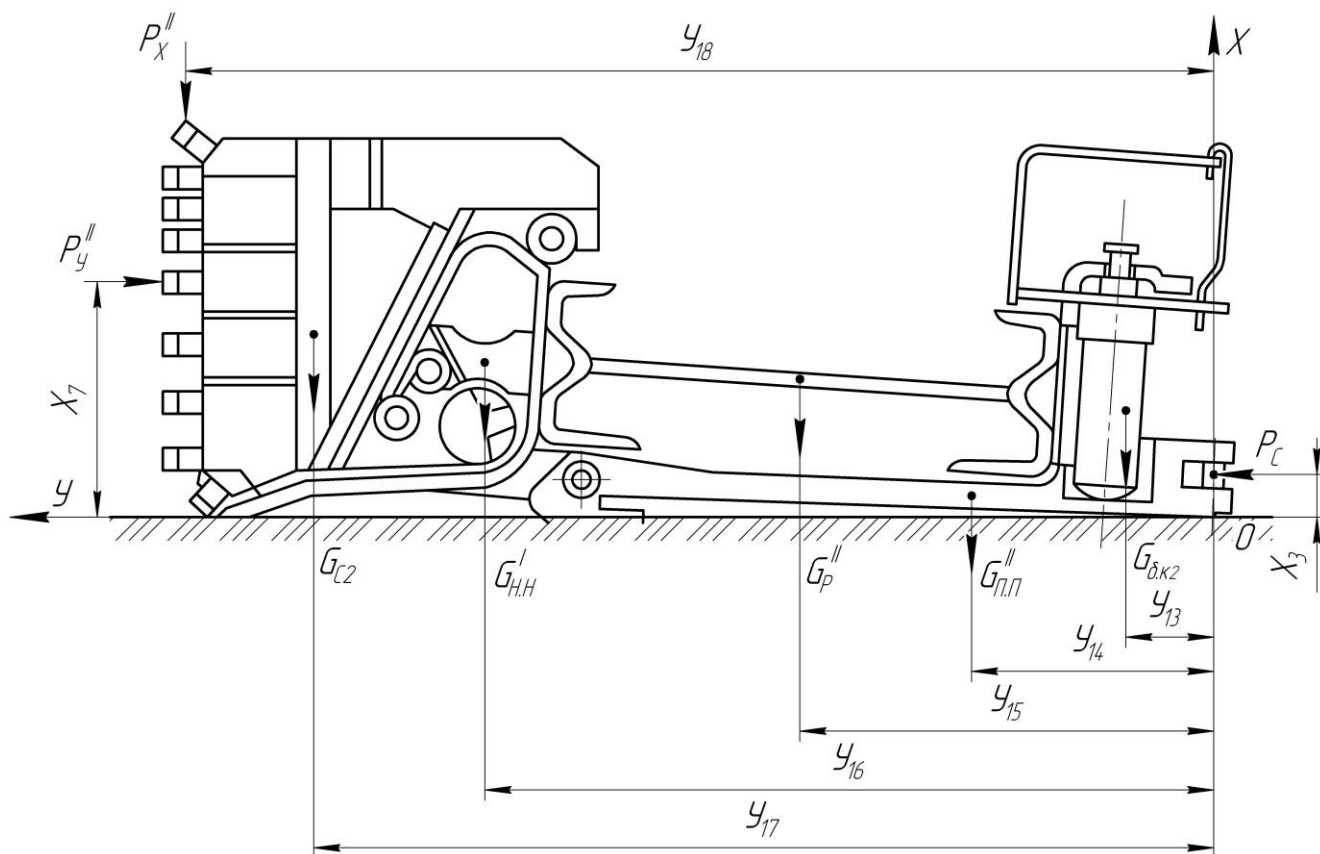
К.п.д. гидроцилиндра $\eta_{ц}$ при расчетах рекомендуется принимать равным 0,85.

Как показали исследования ШахтНИУИ, для обеспечения устойчивой работы струговой установки без опрокидывания базы в плоскости, перпендикулярной направлению движения струга, величина коэффициента запаса устойчивости базы должна быть не менее 1,1.

Для расчета поперечной устойчивости системы «струг-база» струговой установки необходимо изобразить вид сбоку исполнительного органа, расположенного на рештачном ставе, указав на нем точки приложения и направления действующих сил (рис.3.12 и 3.13).



**Рисунок 3.12 - Схема для расчета устойчивости системы «струг-база»
струговой установки отрывного типа**



**Рисунок 3.13 - Схема для расчета устойчивости системы «струг-база»
струговой установки скользящего типа**

Как и при расчете устойчивости базы струговой установки, силы, приложенные к системе «струг-база», рассматриваются в прямоугольной системе координат.

Начало координат располагается в точке О на почве пласта, с которой контактирует наиболее удаленная от забойной стороны нижняя кромка подконвейерной плиты струговой установки отрывного типа или элемент системы «струг-база» струговой установки скользящего типа. Положительным направлением оси Х принято направление к кровле пласта, оси У – направление подвигания забоя.

В качестве коэффициента запаса устойчивости системы «струг-база» принимается отношение моментов сил, удерживающих исполнительный орган с элементами базы струговой установки ($M_{y.c}$) и опрокидывающих их, относительно нижней кромки наиболее удаленного от забойной стороны элемента системы «струг-база» в плоскости, перпендикулярной направлению движения струга ($M_{o.c}$):

$$K_{y.c} = \frac{M_{y.c}}{M_{o.c}} \quad (3.116)$$

Момент сил, стремящихся опрокинуть систему «струг-база» струговой установки отрывного типа (см. рис.3.11) равен

$$M'_{o.c} = (1 + 1,6\nu_L)P'_y \cdot x_6 + R_g x_5, \text{ Н} \quad (3.117)$$

Здесь $R_g = N_c - P'_y, \text{ Н} \quad (3.118)$

Значения P'_y и x_6 координат определяются по выражениям (3.16) и (3.20) соответственно, значения ν_L принимаются по табл.3.4, значения координаты x_5 по технической документации на струговую установку.

Момент сил, удерживающих систему «струг-база» струговой установки отрывного типа от опрокидывания равен

$$M'_{y.c} = G_{p1} \cdot y_o + G_{c1} \cdot y_{11} + P'_x y_{12} + N_c \cdot x_1, \text{ кгс.м}, \quad (3.119)$$

где $G_{p1} = G_p \cdot K'_p$, кгс, (3.120)

$$y_0 = \frac{y_{10} + y_9}{2y_{10} + y_9} \cdot 2y_{10}, \text{ м.} \quad (3.121)$$

Величины сил тяжести G_p и G_c и координат точек приложения усилий – по технической документации на струговую установку.

Момент сил, стремящихся опрокинуть систему «струг-база» струговой установки скользящего типа в плоскости, перпендикулярной направлению движения струга (см.рис. 3.12), равен

$$M''_{o.c} = (1 + 1,6\nu_L) P''_y \cdot x_7, \text{ Н,} \quad (3.122)$$

Значения P''_y и x_7 определяются по выражениям (3.16) и (3.20) соответственно, значения ν_L принимаются по табл.3.4.

Момент сил, удерживающих систему «струг-база» струговой установки скользящего типа, равен

$$M''_{y.c} = G_{\bar{o}.k2} \cdot y_{13} + G''_{n.n} \cdot y_{14} + G''_p \cdot y_{15} + G'_{n.n} \cdot y_{16} + G_{c2} \cdot y_{17} + P''_c \cdot y_{10}, \text{ Н,} \quad (3.123)$$

где $G_{\bar{o}.k2} = G_{\bar{o}.k} \cdot K''_p$, Н; (3.124)

$$G''_{n.n} = G_{n.n} \cdot K''_p, \text{ Н;} \quad (3.125)$$

$$G''_p = G_p \cdot K''_p, \quad \text{Н;} \quad (3.126)$$

$$G'_{n.n} = G_{n.n} \cdot K''_p, \text{ Н} \quad (3.127)$$

Значение $K''_p \frac{\ell_c}{\ell_p}$, (3.128)

где ℓ_c – расстояние между опорами струга о конвейер.

При этом рассчитанное по (3.128) значение K_p'' округляется до ближайшего большего целого числа.

Координаты точек приложения усилий – по технической документации на струговую установку.

Как показали исследования ШахтНИУИ, для устойчивой работы струговых установок на пластах с различными углами падения и углях различной степени хрупкости коэффициент запаса устойчивости системы «струг-база» должен быть не менее значений, приведенных в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Минимально допустимые значения коэффициентов поперечной устойчивости при работе струговых установок в различных горно-геологических условиях

Угол падения пласта, град	Коэффициент запаса поперечной устойчивости системы «струг-база»	
	Хрупкий уголь	Вязкий уголь
0÷15	1,25	1,20
16÷25	1,30	1,25
26÷35	1,35	1,30

Таким образом, по изложенной выше методике можно рассчитать запасы устойчивости баз и систем «струг-база» для струговых установок отрывного и скользящего типов при их компоновке с индивидуальными или комплектными крепями.

3.7. Расчет продольной устойчивости струговых установок

Под продольной устойчивостью струговых установок понимается способность концевых станций (удерживающих устройств) сохранять своё положение при действии на них усилий, передаваемых тяговыми органами струга и конвейера относительно примыкающих горизонтальных горных выработок. Основная задача при расчете продольной устойчивости – это расчет сил,

действующих на концевые станции. В ШахтНИУИ проведены обширные исследования вопросов продольной устойчивости струговых установок. Они позволили установить 17 основных режимов работы, при которых может происходить потеря устойчивости. Их основные характеристики приведены в табл. 3.12. Здесь же показаны принятые условные обозначения режимов работы.

Таблица 3.12 – Характеристики основных режимов работы струговой установки

Характеристика режима работы струговой установки	Режим работы			Условное обозначение установки
	струга	конвейера	установки	
Струг и конвейер не работают. Производится передвижка концевых станций или удерживающих устройств	Передвижка	Передвижка	Передвижка	IRU=1
Струг осуществляет разрушение угольного массива и погрузку отбитого угля на конвейер. Конвейер осуществляет транспортировку отбитого угля вдоль забоя	Рабочий	Рабочий	Рабочий	IRU=2
Стопорение груженой ветви тягового органа конвейера, в процессе которого не срабатывает предохранитель-	Рабочий	Экстремальный К1	Экстремальный	IRU=3

Продолжение таблицы 3.12

ное устройство основного (головного) привода конвейера. Струг в рабочем режиме				
Стопорение груженой ветви тягового органа конвейера, в процессе которого предохранительное устройство основного (головного) привода конвейера находится в состоянии срабатывания. Струг в рабочем режиме	Рабочий	Экстремальный К1.1	Экстремаль- ный	IRU=4
Стопорение груженой ветви тягового органа конвейера, в процессе которого сработало предохранительное устройство основного (головного) привода конвейера и не срабатывает предохранитель- ное устройство вспомогательного (концевого) Струг в рабочем режиме	Рабочий	Экстремальный К2	Экстремаль- ный	IRU=5

Продолжение таблицы 3.12

<p>Стопорение грузовой ветви тягового органа конвейера, в процессе которого сработало предохранительное устройство основного (головного) привода конвейера, а предохранительное устройство вспомогательного (концевого) привода конвейера находится в состоянии срабатывания. Струг в рабочем режиме</p>	<p>Рабочий</p>	<p>Экстремальный К2.1</p>	<p>Экстремальный</p>	<p>IRU=6</p>
<p>Стопорение грузовой ветви тягового органа конвейера, в процессе которого не срабатывают предохранительные устройства обоих приводов конвейера и оба электродвигателя работают в режиме опрокидывания. Струг в рабочем режиме</p>	<p>Рабочий</p>	<p>Экстремальный К3</p>	<p>Экстремальный</p>	<p>IRU=7</p>

Продолжение таблицы 3.12

Стопорение порожней ветви тягового органа конвейера, в процессе которого не срабатывает предохранительное устройство вспомогательного (концевого) привода конвейера. Струг в рабочем режиме	Рабочий	Экстремальный К4	Экстремальный	IRU=8
Стопорение порожней ветви тягового органа конвейера, в процессе которого предохранительное устройство вспомогательного (концевого) привода находится в состоянии срабатывания. Струг в рабочем режиме	Рабочий	Экстремальный К4.1	Экстремальный	IRU=9
Стопорение порожней ветви тягового органа конвейера, в процессе которого сработало предохранительное устройство вспомогательного (концевого) привода конвейера и не срабатывает предохранитель-	Рабочий	Экстремальный К5	Экстремальный	IRU=10

Продолжение таблицы 3.12

ное устройство основного (головного) привода конвейера. Струг в рабочем режиме				
Стопорение порожней ветви тягового органа конвейера, в процессе которого сработало предохранитель- ное устройство вспомогательного (концевого) привода конвейера, а предохранитель- ное устройство основного (головного) привода конвейера находится в состоянии срабатывания. Струг в рабочем режиме	Рабочий	Экстремальный К5.1	Экстремаль- ный	IRU=11
Стопорение порожней ветви тягового органа конвейера, в процессе которого не срабатывают предохранитель- ные устройства обоих приводов конвейера и оба электродвигателя работают в	Рабочий	Экстремальный К6	Экстремаль- ный	IRU=12

Продолжение таблицы 3.12

режиме опрокидывания Струг в рабочем режиме				
Стопорение струга, в процессе которого не срабатывает предохранительное устройство основного привода струга. Конвейер в рабочем режиме	Экстремальный С1	Рабочий	Экстремальный	IRU=13
Стопорение струга, в процессе которого предохранительное устройство основного привода струга находится в состоянии срабатывания. Конвейер в рабочем режиме	Экстремальный С1.1	Рабочий	Экстремальный	IRU=14
Стопорение струга, в процессе которого сработало предохранительное устройство основного привода струга и не срабатывает предохранительное устройство вспомогательного привода струга. Конвейер в рабочем режиме.	Экстремальный С2	Рабочий	Экстремальный	IRU=15

Продолжение таблицы 3.12

Стопорение струга, в процессе которого сработало предохранительное устройство основного привода струга, а предохранительное устройство вспомогательного привода струга находится в состоянии срабатывания. Конвейер в рабочем режиме	Экстремальный С2.1	Рабочий	Экстремальный	IRU=16
Стопорение струга, в процессе которого не срабатывают предохранительные устройства обоих приводов струга и оба электродвигателя работают в режиме опрокидывания. Конвейер в рабочем режиме	Экстремальный С3	Рабочий	Экстремальный	IRU=17

Исходными данными для расчета сил, действующих на удерживающие устройства струговых установок, являются:

- натяжения и их составляющие $S_0, S_1, S_2, S_3, S_4, S_{1э}, S_{2э}, S_{3э}, S_{4э}, S_{1э.д.}, S_{2э.д.}, S_{3э.д.}$, возникающие в ветвях цепного контура привода струга в рабочем и экстремальном режимах работы, Н;
- натяжения и их составляющие $F_0, F_1, F_2, F_3, F_4, F_{1э}, F_{2э}, F_{3э}, F_{4э}, F_{1э.д.}, F_{2э.д.}, F_{3э.д.}, F_{4э.д.}$, возникающие в ветвях цепного контура привода стругового конвейера в рабочем и экстремальном режимах работы, Н;

- силы Q_6, Q_n , действующие на концевые станции струговой установки через рештачный став конвейера, Н;
- время $t_{1с}, t_{2с}; t_{3с}; t_{1к}, t_{2к}, t_{3к}; t_{4к}$ изменения величины динамической составляющей натяжения тягового органа струга или конвейера от нулевого до максимального значения.

Здесь S_0 – величина предварительного натяжения цепного контура привода струга, Н;

$S_1, S_{1э}, S_{1э.д}$ – натяжение рабочей ветви тяговой цепи струга в точке её набегания на звездочку основного привода соответственно в рабочем и экстремальном режимах и динамическая составляющая этого натяжения в экстремальном режиме, Н;

$S_2, S_{2э}, S_{2э.д}$ – натяжение обратной ветви тяговой цепи струга в точке её сбегания со звездочки основного привода соответственно в рабочем и экстремальном режимах и динамическая составляющая этого натяжения в экстремальном режиме, Н;

$S_3, S_{3э}, S_{3э.д}$ – натяжение обратной ветви тяговой цепи струга в точке её набегания на звездочку вспомогательного привода соответственно в рабочем и экстремальном режимах и динамическая составляющая этого натяжения в экстремальном режиме, Н;

S_4 – натяжение обратной ветви тяговой цепи струга в точке её сбегания со звездочки вспомогательного привода. Н;

F_0 – величина предварительного натяжения цепного контура привода конвейера, Н;

$F_1; F_{1э}, F_{1э.д}$ – натяжение грузовой ветви цепного контура конвейера в точке его набегания на звездочку основного привода соответственно в рабочем и экстремальном режимах и динамическая составляющая этого натяжения в экстремальном режиме, Н;

$F_2, F_{2э}$ и $F_{2э.д}$ – натяжение порожней ветви цепного контура конвейера в точке его сбегания со звездочки основного привода соответственно в рабочем и экстремальном режимах и динамическая составляющая натяжения в экстремальном режиме, Н;

$F_3, F_{3э}$ и $F_{3э,д}$ - натяжение порожней ветви тягового органа конвейера в точке его набегания на звездочку вспомогательного привода соответственно в рабочем и экстремальном режимах и динамическая составляющая натяжения в экстремальном режиме, Н;

$F_4, F_{4э}$ и $F_{4э,д}$ – натяжение грузной ветви тягового органа конвейера в точке сбегания его со звездочки вспомогательного привода соответственно в рабочем и экстремальном режимах и динамическая составляющая натяжения в экстремальном режиме, Н.

Схемы для расчета сил, действующих на удерживающие устройства струговых установок, определяются направлениями движения струга и тягового органа стругового конвейера и принимаются в соответствии с рис.3.14.

Параметры, указанные в скобках, соответствуют экстремальным режимам работы струга и стругового конвейера.

Расчет сил, действующих на удерживающие устройства струговой установки, проводится следующим образом.

Сила $F_{y.э}$, действующая на верхнее удерживающее устройство, определяется по выражению

$$F_{y.э} = F_{y.э}^{ст} + F_{y.э}^{дин}, \text{ Н}, \quad (3.129)$$

где $F_{y.э}^{ст}$ - статическая составляющая силы, действующей на верхнее удерживающее устройство;

$F_{y.э}^{дин}$ - динамическая составляющая силы, действующей на верхнее удерживающее устройство Н.

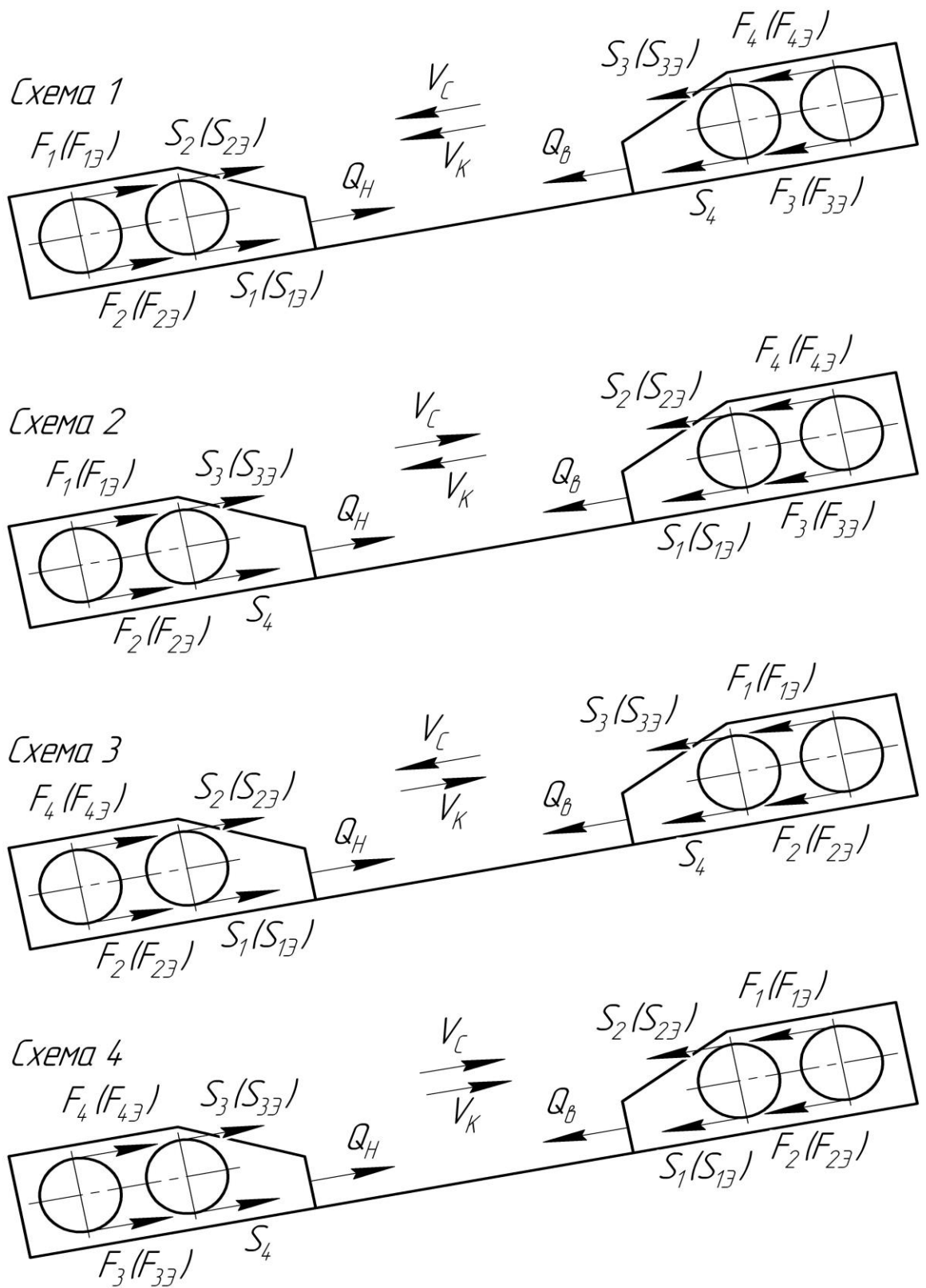


Рисунок 3.14 Схемы для расчёта сил, действующих на удерживающие устройства струговых установок

Расчетные выражения для определения статической составляющей $F_{y.в}^{ст}$ силы, действующей на верхнее удерживающее устройство, динамической составляющей $F_{y.в}^{дин}$ силы, действующей на верхнее удерживающее устройство, и времени $\tau_в$ изменения величины динамической составляющей $F_{y.в}^{дин}$ от нулевого до максимального значения зависят от режима работы струговой установки и расчетной схемы и приведены в табл. 3.13.

Сила $F_{y.в}$, действующая на нижнее удерживающее устройство, определяется по выражению.

$$F_{y.н} = F_{y.н}^{ст} + F_{y.н}^{дин} \quad (3.130)$$

где $F_{y.н}^{ст}$ - статическая составляющая силы, действующей на нижнее удерживающее устройство;

$F_{y.н}^{дин}$ - динамическая составляющая силы, действующей на нижнее удерживающее устройство.

Расчетные выражения для определения статической составляющей $F_{y.н}^{ст}$ силы, действующей на нижнее удерживающее устройство, динамической составляющей $F_{y.н}^{дин}$ силы, действующей на нижнее удерживающее устройство, и времени $\tau_н$ изменения величины динамической составляющей $F_{y.н}^{дин}$ от нулевого до максимального значения зависят от режима работы струговой установки и расчетной схемы и приведены в табл. 3.14.

Величина коэффициента k_1 , учитывающего динамику процесса формирования натяжения S_1 в рабочей ветви тягового органа струга в рабочем режиме, принимается в зависимости от скорости движения струга V_c :

$$k_1 = 0,7 \text{ при } V_c \leq 1,0 \text{ м/с;}$$

$$k_1 = 0,75 \text{ при } V_c > 1,0 \text{ м/с.}$$

Величина коэффициента k_2 , учитывающего динамику процесса формирования натяжения $S_2, S_3, S_4, F_1, F_2, F_3, F_4$ в тяговых органах струга и конвейера в рабочем режиме и статических составляющих натяжений $S_{1э}, S_{2э}, S_{3э},$

Таблица 3.13 – Расчетные выражения для определения статической составляющей $F_{y.г}^{cm}$ силы, действующей на верхнее удерживающее устройство, динамической составляющей $F_{y.г}^{дин}$ силы, действующей на верхнее удерживающее устройство, и времени $\tau_{г}$ изменения динамической составляющей $F_{y.г}^{дин}$ от нулевого до максимального значения

Условное обозначение режима работы установки	Номер расчетной схемы по											
	1			2			3			4		
	$F_{y.г}^{cm}$	$F_{y.г}^{дин}$	$\tau_{в}$	$F_{y.г}^{cm}$	$F_{y.г}^{дин}$	$\tau_{в}$	$F_{y.г}^{cm}$	$F_{y.г}^{дин}$	$\tau_{в}$	$F_{y.г}^{cm}$	$F_{y.г}^{дин}$	$\tau_{в}$
IRU=1	$2F_0+2S_0+Q_{г}$	-	-	$2F_0+2S_0+Q_{г}$	-	-	$2F_0+2S_0+Q_{г}$	-	-	$2F_0+2S_0+Q_{г}$	-	-
IRU=2	$K_2(S_3+S_4+F_3+F_4)+Q_{г}$	-	-	$K_1S_1+K_2(S_2+F_3+F_4)+Q_{г}$	-	-	$K_2(S_3+S_4+F_1+F_2)+Q_{г}$	-	-	$K_1S_1+K_2(S_2+F_1+F_2)+Q_{г}$	-	-
IRU=3	$K_2(S_3+S_4+F_{3э}+F_{4э})+Q_{г}$	-	-	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{3э}+F_{4э})+Q_{г}$	-	-	$K_2(S_3+S_4+F_{1э}+F_{2э}-F_{1э.д})+Q_{г}$	$K_3F_{1э.д}$	$t_{1к}$	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{1э}+F_{2э}-F_{1э.д})+Q_{г}$	$K_3F_{1э.д}$	$t_{1к}$
IRU=4	$K_2(S_3+S_4+F_{3э}+F_{4э})+Q_{г}$	-	-	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{3э}+F_{4э})+Q_{г}$	-	-	$K_2(S_3+S_4+F_{1э}+F_{2э}-F_{1э.д})+Q_{г}$	$K_3F_{1э.д}$	$t_{1к}$	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{1э}+F_{2э}-F_{1э.д})+Q_{г}$	$K_3F_{1э.д}$	$t_{1к}$
IRU=5	$K_2(S_3+S_4+F_{3э}+F_{4э}-F_{3э.д})+Q_{г}$	$K_3F_{3э.д}$	$t_{3к}$	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{3э}+F_{4э}-F_{3э.д})+Q_{г}$	$K_3F_{3э.д}$	$t_{3к}$	$K_2(S_3+S_4+F_{1э}+F_{2э}-F_{1э.д}-F_{2э.д})+Q_{г}$	$K_3(F_{1э.д}+F_{2э.д})$	$t_{1к}$	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{1э}+F_{2э}-F_{1э.д}-F_{2э.д})+Q_{г}$	$K_3(F_{1э.д}+F_{2э.д})$	$t_{1к}$
IRU=6	$K_2(S_3+S_4+F_{3э}+F_{4э}-F_{3э.д})+Q_{г}$	$K_3F_{3э.д}$	$t_{3к}$	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{3э}+F_{4э}-F_{3э.д})+Q_{г}$	$K_3F_{3э.д}$	$t_{3к}$	$K_2(S_3+S_4+F_{1э}+F_{2э}-F_{1э.д}-F_{2э.д})+Q_{г}$	$K_3(F_{1э.д}+F_{2э.д})$	$t_{1к}$	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{1э}+F_{2э}-F_{1э.д}-F_{2э.д})+Q_{г}$	$K_3(F_{1э.д}+F_{2э.д})$	$t_{1к}$
IRU=7	-	-	-	$K_1S_1+K_2S_2+F_{3э}+F_{4э}+Q_{г}$	-	-	$K_2(S_3+S_4)+F_{1э}+F_{2э}+Q_{г}$	-	-	$K_1S_1+K_2S_2+F_{1э}+F_{2э}+Q_{г}$	-	-
IRU=8	$K_2(S_3+S_4+F_{3э}+F_{4э}-F_{3э.д})+Q_{г}$	$K_3F_{3э.д}$	$t_{3к}$	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{3э}+F_{4э}-F_{3э.д})+Q_{г}$	$K_3F_{3э.д}$	$t_{3к}$	$K_2(S_3+S_4+F_{1э}+F_{2э})+Q_{г}$	-	-	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{1э}+F_{2э})+Q_{г}$	-	-

Продолжение таблицы 3.13

IRU=9	$K_2(S_3+S_4+F_{3\vartheta}+F_{4\vartheta}-F_{3\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3F_{3\vartheta,\delta}$	$t_{3\kappa}$	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{3\vartheta}+F_{4\vartheta}-F_{3\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3F_{3\vartheta,\delta}$	$t_{3\kappa}$	$K_2(S_3+S_4+F_{1\vartheta}+F_{2\vartheta})+Q_6$	-	-	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{1\vartheta}+F_{2\vartheta})+Q_6$	-	-
IRU=10	$K_2(S_3+S_4+F_{3\vartheta}+F_{4\vartheta}-F_{3\vartheta,\delta}-F_{4\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3(F_{3\vartheta,\delta}+F_{4\vartheta,\delta})$	$t_{3\kappa}$	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{3\vartheta}+F_{4\vartheta}-F_{3\vartheta,\delta}-F_{4\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3(F_{3\vartheta,\delta}+F_{4\vartheta,\delta})$	$t_{3\kappa}$	$K_2(S_3+S_4+F_{1\vartheta}+F_{2\vartheta}-F_{1\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3F_{1\vartheta,\delta}$	$t_{1\kappa}$	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{1\vartheta}+F_{2\vartheta}-F_{1\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3F_{1\vartheta,\delta}$	$t_{1\kappa}$
IRU=11	$K_2(S_3+S_4+F_{3\vartheta}+F_{4\vartheta}-F_{3\vartheta,\delta}-F_{4\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3(F_{3\vartheta,\delta}+F_{4\vartheta,\delta})$	$t_{3\kappa}$	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{3\vartheta}+F_{4\vartheta}-F_{3\vartheta,\delta}-F_{4\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3(F_{3\vartheta,\delta}+F_{4\vartheta,\delta})$	$t_{3\kappa}$	$K_2(S_3+S_4+F_{1\vartheta}+F_{2\vartheta}-F_{1\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3F_{1\vartheta,\delta}$	$t_{1\kappa}$	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{1\vartheta}+F_{2\vartheta}-F_{1\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3F_{1\vartheta,\delta}$	$t_{1\kappa}$
IRU=12	$K_2(S_3+S_4)+F_{3\vartheta}+F_{4\vartheta}+Q_6$	-	-	$K_1S_1+K_2S_2+F_{3\vartheta}+F_{4\vartheta}+Q_6$	-	-	$K_2(S_3+S_4)+F_{1\vartheta}+F_{2\vartheta}+Q_6$	-	-	$K_1S_1+K_2S_2+F_{1\vartheta}+F_{2\vartheta}+Q_6$	-	-
IRU=13	$K_2(S_{3\vartheta}+S_{4\vartheta}+F_3+F_4)+Q_6$	-	-	$K_2(S_{1\vartheta}+S_{2\vartheta}+F_3+F_4-S_{1\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3S_{1\vartheta,\delta}$	t_{1c}	$K_2(S_{3\vartheta}+S_{4\vartheta}+F_1+F_2)+Q_6$	-	-	$K_2(S_{1\vartheta}+S_{2\vartheta}+F_1+F_2-S_{1\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3S_{1\vartheta,\delta}$	t_{1c}
IRU=14	$K_2(S_{3\vartheta}+S_{4\vartheta}+F_3+F_4)+Q_6$	-	-	$K_2(S_{1\vartheta}+S_{2\vartheta}+F_3+F_4-S_{1\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3S_{1\vartheta,\delta}$	t_{1c}	$K_2(S_{3\vartheta}+S_{4\vartheta}+F_1+F_2)+Q_6$	-	-	$K_2(S_{1\vartheta}+S_{2\vartheta}+F_1+F_2-S_{1\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3S_{1\vartheta,\delta}$	t_{1c}
IRU=15	$K_2(S_{3\vartheta}+S_{4\vartheta}+F_3+F_4-S_{3\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3S_{3\vartheta,\delta}$	t_{3c}	$K_2(S_{1\vartheta}+S_{2\vartheta}+F_3+F_4-S_{1\vartheta,\delta}-S_{2\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3(S_{1\vartheta,\delta}+S_{2\vartheta,\delta})$	t_{1c}	$K_2(S_{3\vartheta}+S_{4\vartheta}+F_1+F_2-S_{3\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3S_{3\vartheta,\delta}$	t_{3c}	$K_2(S_{1\vartheta}+S_{2\vartheta}+F_{1\vartheta}+F_{2\vartheta}-S_{1\vartheta,\delta}-S_{2\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3(S_{1\vartheta,\delta}+S_{2\vartheta,\delta})$	t_{1c}
IRU=16	$K_2(S_{3\vartheta}+S_{4\vartheta}+F_3+F_4-S_{3\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3S_{3\vartheta,\delta}$	t_{3c}	$K_2(S_{1\vartheta}+S_{2\vartheta}+F_3+F_4-S_{1\vartheta,\delta}-S_{2\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3(S_{1\vartheta,\delta}+S_{2\vartheta,\delta})$	t_{1c}	$K_2(S_{3\vartheta}+S_{4\vartheta}+F_1+F_2-S_{3\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3S_{3\vartheta,\delta}$	t_{3c}	$K_2(S_{1\vartheta}+S_{2\vartheta}+F_{1\vartheta}+F_{2\vartheta}-S_{1\vartheta,\delta}-S_{2\vartheta,\delta})+Q_6$	$K_3(S_{1\vartheta,\delta}+S_{2\vartheta,\delta})$	t_{1c}
IRU=17	$S_{3\vartheta}+S_{4\vartheta}+K_2(F_3+F_4)+Q_6$	-	-	$S_{1\vartheta}+S_{2\vartheta}+K_2(F_3+F_4)+Q_6$	-	-	$S_{3\vartheta}+S_{4\vartheta}+K_2(F_1+F_2)+Q_6$	-	-	$S_{1\vartheta}+S_{2\vartheta}+K_2(F_1+F_2)+Q_6$	-	-

Таблица 3.14 – Расчетные выражения для определения статической составляющей $F_{у.н}^{ст}$ силы, действующей на верхнее удерживающее устройство, динамической составляющей $F_{у.н}^{дин}$ силы, действующей на верхнее удерживающее устройство, и времени τ_n изменения динамической составляющей $F_{у.н}^{дин}$ от нулевого до максимального значения

Условное обозначение режима работы установки	Номер расчетной схемы по											
	1			2			3			4		
	$F_{у.н}^{ст}$	$F_{у.н}^{дин}$	τ_n	$F_{у.н}^{ст}$	$F_{у.н}^{дин}$	τ_n	$F_{у.н}^{ст}$	$F_{у.н}^{дин}$	τ_n	$F_{у.н}^{ст}$	$F_{у.н}^{дин}$	τ_n
IRU=1	$2S_0+2F_0+Q_H$	-	-	$2S_0+2F_0+Q_H$	-	-	$2S_0+2F_0+Q_H$	-	-	$2S_0+2F_0+Q_H$	-	-
IRU=2	$K_1S_1+K_2(S_2+F_1+F_2)+Q_H$	-	-	$K_2(S_3+S_4+F_1+F_2+Q_H)$	-	-	$K_1S_1+K_2(S_2+F_3+F_4)+Q_H$	-	-	$K_2(S_3+S_4+F_3+F_4)+Q_H$	-	-
IRU=3	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{1э}+F_{2э}-F_{1э.д})+Q_H$	$K_3F_{1э.д}$	$t_{1к}$	$K_2(S_3+S_4+F_{1э}+F_{2э}-F_{1э.д})+Q_H$	$K_3F_{1э.д}$	$t_{1к}$	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{3э}+F_{4э})+Q_H$	-	-	$K_2(S_3+S_4+F_{3э}+F_{4э})+Q_H$	-	-
IRU=4	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{1э}+F_{2э}-F_{1э.д})+Q_H$	$K_3F_{1э.д}$	$t_{1к}$	$K_2(S_3+S_4+F_{1э}+F_{2э}-F_{1э.д})+Q_H$	$K_3F_{1э.д}$	$t_{1к}$	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{3э}+F_{4э})+Q_H$	-	-	$K_2(S_3+S_4+F_{3э}+F_{4э})+Q_H$	-	-
IRU=5	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{1э}+F_{2э}-F_{1э.д}-F_{2э.д})+Q_H$	$K_3(F_{1э.д}+F_{2э.д})$	$t_{1к}$	$K_2(S_3+S_4+F_{1э}+F_{2э}-F_{1э.д}-F_{2э.д})+Q_H$	$K_3(F_{1э.д}+F_{2э.д})$	$t_{1к}$	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{3э}+F_{4э}-F_{3э.д})+Q_H$	$K_3F_{3э.д}$	$t_{3к}$	$K_2(S_3+S_4+F_{3э}+F_{4э}-F_{3э.д})+Q_H$	$K_3F_{3э.д}$	$t_{3к}$
IRU=6	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{1э}+F_{2э}-F_{1э.д}-F_{2э.д})+Q_H$	$K_3(F_{1э.д}+F_{2э.д})$	$t_{1к}$	$K_2(S_3+S_4+F_{1э}+F_{2э}-F_{1э.д}-F_{2э.д})+Q_H$	$K_3(F_{1э.д}+F_{2э.д})$	$t_{1к}$	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{3э}+F_{4э}-F_{3э.д})+Q_H$	$K_3F_{3э.д}$	$t_{3к}$	$K_2(S_3+S_4+F_{3э}+F_{4э}-F_{3э.д})+Q_H$	$K_3F_{3э.д}$	$t_{3к}$
IRU=7	$K_1S_1+K_2S_2+F_{1э}+F_{2э}+Q_H$	-	-	$K_2(S_3+S_4)+F_{1э}+F_{2э}+Q_H$	-	-	$K_1S_1+K_2S_2+F_{3э}+F_{4э}+Q_H$	-	-	$K_2(S_3+S_4)+F_{3э}+F_{4э}+Q_H$	-	-
IRU=8	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{1э}+F_{2э})+Q_H$	-	-	$K_2(S_3+S_4+F_{1э}+F_{2э})+Q_H$	-	-	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{3э}+F_{4э}-F_{3э.д})+Q_H$	$K_3F_{3э.д}$	$t_{3к}$	$K_2(S_3+S_4+F_{3э}+F_{4э}-F_{3э.д})+Q_H$	$K_3F_{3э.д}$	$t_{3к}$

Продолжение таблицы 3.14

IRU=9	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{1\vartheta}+F_{2\vartheta})+Q_H$	-	-	$K_2(S_3+S_4+F_{1\vartheta}+F_{2\vartheta})+Q_H$	-	-	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{3\vartheta}+F_{4\vartheta}-F_{3\vartheta,\vartheta})+Q_H$	$K_3F_{3\vartheta,\vartheta}$	$t_{3\kappa}$	$K_2(S_3+S_4+F_{3\vartheta}+F_{4\vartheta}-F_{3\vartheta,\vartheta})+Q_H$	$K_3F_{3\vartheta,\vartheta}$	$t_{3\kappa}$
IRU=10	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{1\vartheta}+F_{2\vartheta}-F_{1\vartheta,\vartheta})+Q_H$	K_3 $F_{1\vartheta,\vartheta}$	$t_{1\kappa}$	$K_2(S_3+S_4+F_{1\vartheta}+F_{2\vartheta}-F_{1\vartheta,\vartheta})+Q_H$	K_3 $F_{1\vartheta,\vartheta}$	$t_{1\kappa}$	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{3\vartheta}+F_{4\vartheta}-F_{3\vartheta,\vartheta}-F_{4\vartheta,\vartheta})+Q_H$	$K_3(F_{3\vartheta,\vartheta}+F_{4\vartheta,\vartheta})$	$t_{3\kappa}$	$K_2(S_3+S_4+F_{3\vartheta}+F_{4\vartheta}-F_{3\vartheta,\vartheta}-F_{4\vartheta,\vartheta})+Q_H$	K_3 $(F_{3\vartheta,\vartheta}+F_{4\vartheta,\vartheta})$	$t_{3\kappa}$
IRU=11	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{1\vartheta}+F_{2\vartheta}-F_{1\vartheta,\vartheta})+Q_H$	K_3 $F_{1\vartheta,\vartheta}$	$t_{1\kappa}$	$K_2(S_3+S_4+F_{1\vartheta}+F_{2\vartheta}-F_{1\vartheta,\vartheta})+Q_H$	K_3 $F_{1\vartheta,\vartheta}$	$t_{1\kappa}$	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{3\vartheta}+F_{4\vartheta}-F_{3\vartheta,\vartheta}-F_{4\vartheta,\vartheta})+Q_H$	$K_3(F_{3\vartheta,\vartheta}+F_{4\vartheta,\vartheta})$	$t_{3\kappa}$	$K_2(S_3+S_4+F_{3\vartheta}+F_{4\vartheta}-F_{3\vartheta,\vartheta}-F_{4\vartheta,\vartheta})+Q_H$	K_3 $(F_{3\vartheta,\vartheta}+F_{4\vartheta,\vartheta})$	$t_{3\kappa}$
IRU=12	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{1\vartheta}+F_{2\vartheta})+Q_H$	-	-	$K_2(S_3+S_4+F_{1\vartheta}+F_{2\vartheta})+Q_H$	-	-	$K_1S_1+K_2(S_2+F_{3\vartheta}+F_{4\vartheta})+Q_H$	-	-	$K_2(S_3+S_4+F_{3\vartheta}+F_{4\vartheta})+Q_H$	-	-
IRU=13	$K_2(S_{1\vartheta}+S_{2\vartheta}+F_1+F_2-S_{1\vartheta,\vartheta})+Q_H$	K_3 $S_{1\vartheta,\vartheta}$	t_{1c}	$K_2(S_{3\vartheta}+S_{4\vartheta}+F_1+F_2)+Q_H$	-	-	$K_2(S_{1\vartheta}+S_{2\vartheta}+F_3+F_4-S_{1\vartheta,\vartheta})+Q_H$	K_3 $S_{1\vartheta,\vartheta}$	t_{1c}	$K_2(S_{3\vartheta}+S_{4\vartheta}+F_3+F_4)+Q_H$	-	-
IRU=14	$K_2(S_{1\vartheta}+S_{2\vartheta}+F_1+F_2-S_{1\vartheta,\vartheta})+Q_H$	K_3 $S_{1\vartheta,\vartheta}$	t_{1c}	$K_2(S_{3\vartheta}+S_{4\vartheta}+F_1+F_2)+Q_H$	-	-	$K_2(S_{1\vartheta}+S_{2\vartheta}+F_3+F_4-S_{1\vartheta,\vartheta})+Q_H$	K_3 $S_{1\vartheta,\vartheta}$	t_{1c}	$K_2(S_{3\vartheta}+S_{4\vartheta}+F_3+F_4)+Q_H$	-	-
IRU=15	$K_2(S_{1\vartheta}+S_{2\vartheta}+F_1+F_2-S_{1\vartheta,\vartheta}-S_{2\vartheta,\vartheta})+Q_H$	K_3 $(S_{1\vartheta,\vartheta}+S_{2\vartheta,\vartheta})$	t_{1c}	$K_2(S_{3\vartheta}+S_{4\vartheta}+F_1+F_2-S_{3\vartheta,\vartheta})+Q_H$	K_3 $S_{3\vartheta,\vartheta}$	t_{3c}	$K_2(S_{1\vartheta}+S_{2\vartheta}+F_3+F_4-S_{1\vartheta,\vartheta}-S_{2\vartheta,\vartheta})+Q_H$	$K_3(S_{1\vartheta,\vartheta}+S_{2\vartheta,\vartheta})$	t_{1c}	$K_2(S_{3\vartheta}+S_{4\vartheta}+F_3+F_4-S_{3\vartheta,\vartheta})+Q_H$	K_3 $S_{3\vartheta,\vartheta}$	t_{3c}
IRU=16	$K_2(S_{1\vartheta}+S_{2\vartheta}+F_1+F_2-S_{1\vartheta,\vartheta}-S_{2\vartheta,\vartheta})+Q_H$	K_3 $(S_{1\vartheta,\vartheta}+S_{2\vartheta,\vartheta})$	t_{1c}	$K_2(S_{3\vartheta}+S_{4\vartheta}+F_1+F_2-S_{3\vartheta,\vartheta})+Q_H$	K_3 $S_{3\vartheta,\vartheta}$	t_{3c}	$K_2(S_{1\vartheta}+S_{2\vartheta}+F_3+F_4-S_{1\vartheta,\vartheta}-S_{2\vartheta,\vartheta})+Q_H$	$K_3(S_{1\vartheta,\vartheta}+S_{2\vartheta,\vartheta})$	t_{1c}	$K_2(S_{3\vartheta}+S_{4\vartheta}+F_3+F_4-S_{3\vartheta,\vartheta})+Q_H$	K_3 $S_{3\vartheta,\vartheta}$	t_{3c}
IRU=17	$S_{1\vartheta}+S_{2\vartheta}+K_2(F_1+F_2)+Q_H$	-	-	$S_{3\vartheta}+S_{4\vartheta}+K_2(F_1+F_2)+Q_H$	-	-	$S_{1\vartheta}+S_{2\vartheta}+K_2(F_3+F_4)+Q_H$	-	-	$S_{3\vartheta}+S_{4\vartheta}+K_2(F_3+F_4)+Q_H$	-	-

$S_{4э}, F_{1э}, F_{2э}, F_{3э}, F_{4э}$ в тяговых органах струга и конвейера в экстремальном режиме работы струговой установки принимается равной $k_2=0,8$ независимо от скорости движения струга V_c и скорости движения тягового органа конвейера V_k .

Величина коэффициента k_3 , учитывающего динамику процессов стопорения струга или тягового органа конвейера, определяется по выражению

$$k_3 = 1 - \exp(-8,165 \cdot 10^{-6} \cdot \tau^{0,4} \cdot T) \quad (3.131)$$

Для верхнего удерживающего устройства величина τ принимается $\tau = \tau_в$, для нижнего удерживающего устройства величина τ принимается $\tau = \tau_н$.

Величина параметра T зависит от режима работы установки и расчетной схемы и определяется по расчетным выражениям, приведенным в табл.3.15.

Линия действия сил $F_{y,в}$ и $F_{y,н}$ принимается:

в плоскости пласта – параллельной продольной оси концевой станции струговой установки;

в вертикальной плоскости – параллельной почве пласта.

Таблица 3.15 – Расчетные выражения для определения параметра T

Условное обозначение режима работы установки	удерживающее устройство							
	верхнее				нижнее			
	номер расчетной схемы							
	1	2	3	4	1	2	3	4
IRU=1	-	-	-	-	-	-	-	-
IRU=2	-	-	-	-	-	-	-	-
IRU=3	-	-	$F_{1э,д}$	$F_{1э,д}$	$F_{1э,д}$	$F_{1э,д}$	-	-
IRU=4	-	-	$F_{1э,д}$	$F_{1э,д}$	$F_{1э,д}$	$F_{1э,д}$	-	-
IRU=5	$F_{3э,д}$	$F_{3э,д}$	$F_{1э,д+}$ $F_{2э,д}$	$F_{1э,д+}$ $F_{2э,д}$	$F_{1э,д+}$ $F_{2э,д}$	$F_{1э,д+}$ $F_{2э,д}$	$F_{3э,д}$	$F_{3э,д}$
IRU=6	$F_{3э,д}$	$F_{3э,д}$	$F_{1э,д+}$ $F_{2э,д}$	$F_{1э,д+}$ $F_{2э,д}$	$F_{1э,д+}$ $F_{2э,д}$	$F_{1э,д+}$ $F_{2э,д}$	$F_{3э,д}$	$F_{3э,д}$
IRU=7	-	-	-	-	-	-	-	-
IRU=8	$F_{3э,д}$	$F_{3э,д}$	-	-	-	-	$F_{3э,д}$	$F_{3э,д}$
IRU=9	$F_{3э,д}$	$F_{3э,д}$	-	-	-	-	$F_{3э,д}$	$F_{3э,д}$
IRU=10	$F_{3э,д+}$ $F_{4э,д}$	$F_{3э,д+}$ $F_{4э,д}$	$F_{1э,д}$	$F_{1э,д}$	$F_{1э,д}$	$F_{1э,д}$	$F_{3э,д+}$ $F_{4э,д}$	$F_{3э,д+}$ $F_{4э,д}$

Продолжение таблицы 3.15

IRU=11	$F_{3э.0+}$ $F_{4э.0}$	$F_{3э.0+}$ $F_{4э.0}$	$F_{1э.0}$	$F_{1э.0}$	$F_{1э.0}$	$F_{1э.0}$	$F_{3э.0+}$ $F_{4э.0}$	$F_{3э.0+}$ $F_{4э.0}$
IRU=12	-	-	-	-	-	-	-	-
IRU=13	-	$S_{1э0}$	-	$S_{1э0}$	$S_{1э0}$	-	$S_{1э0}$	-
IRU=14	-	$S_{1э0}$	-	$S_{1э0}$	$S_{1э0}$	-	$S_{1э0}$	-
IRU=15	$S_{3э0}$	$S_{1э0}+S_{2э0}$	$S_{3э0}$	$S_{1э0}+S_{2э0}$	$S_{1э0}+S_{2э0}$	$S_{3э0}$	$S_{1э0}+S_{2э0}$	$S_{3э0}$
IRU=16	$S_{3э0}$	$S_{1э0}+S_{2э0}$	$S_{3э0}$	$S_{1э0}+S_{2э0}$	$S_{1э0}+S_{2э0}$	$S_{3э0}$	$S_{1э0}+S_{2э0}$	$S_{3э0}$
IRU=17	-	-	-	-	-	-	-	-

4.1 Алгоритм расчёта сил на резцах струга

4.1.1 Расчёт параметров исполнительного органа (струга) выполняется в следующей последовательности.

4.1.2 При проектировочном расчёте определяется минимальное значение высоты струга – по (3.3). В соответствии с техническим заданием принимается высота струга H_c , равная или больше вычисленной $H_{c.min}$.

4.1.3 Рассчитывается рациональный шаг расстановки резцов, расположенных по линейной схеме, по условию минимальной энергоёмкости разрушению $t_{ин}$ – по (3.4).

4.1.4 Средний расчётный шаг расстановки линейных резцов, установленных по линейной или ступенчатой схеме $t_{с.ин}$ определяется (3.5).

4.1.5 Количество линий резания резцов, установленных по линейной или ступенчатой схеме $\eta_{л.р.}$, рассчитывается по (3.6).

4.1.6 Уточненный шаг расстановки резцов, установленных по линейной или ступенчатой схеме $t_{р.у}$ определяют по (3.7).

4.1.7 Расчёт сил на резцах струга выполняется в следующей последовательности.

4.1.8 Расчёт усилия резания на остром резце $Z_{o,i}$ – по (3.8). Тангенс угла бокового развала борозды резания $tg\varphi_i$ определяется при этом по (3.9), а коэффициент обнажения забоя k_3 – по (3.10).

4.1.9 Средняя отжимающая сила на остром резце $V_{o,i}$ определяется по (3.11).

4.1.10 Средняя сила отжимающая, сила на резце с учётом затупления $V_{z,i}$ – по (3.13).

4.1.11 Средняя сила резания на резце с учётом затупления $V_{z,i}$ – по (3.12).

4.1.12 Средняя боковая сила на резцах $X_{z,i}$ определяется по (3.14).

4.1.13 Равнодействующие средних сил резания P_z , отжимающих P_y и боковых P_x определяются по (3.15), (3.16) и (3.17) соответственно.

4.1.14 Координаты точек приложения равнодействующих сил относительно координатных осей определяются по (3.18-3.23).

4.1.15 Параметры неравномерности сил на резцах определяется в следующей последовательности.

4.1.16 Средняя ширина режущей кромки резцов $v_{ср}$ – по (3.26).

4.1.17 Коэффициент, учитывающий влияние износа резцов на неравномерность силы резания (отжимающей силы) k_z – по (3.25).

4.1.18 Коэффициент вариации равнодействующей сил резания (отжимающих сил) $\gamma_{AZ(Y)}$ определяется по (3.24)

4.2 Алгоритм расчёта усилий погрузки угля стругом

Расчет усилий погрузки угля стругом выполняется в следующий последовательности.

4.2.1 Усилие внедрения погрузочной поверхности в штабель угля F_1 определяется по (3.32).

4.2.2 Сила тяжести угля, расположенного на погрузочной поверхности ниже высоты погрузки G_1 рассчитывается по (3.34).

4.2.3 Составляющая усилия перемещения по погрузочной поверхности струга до уровня высоты погрузки F_2 – по (3.33).

4.2.4 Сила тяжести угля, расположенного на погрузочной поверхности струга выше уровня погрузки G_2 , определяется по (3.36).

4.2.5 Составляющая усилия перемещения угля по погрузочной поверхности выше уровня высоты погрузки F_3 определяется по (3.35).

4.2.6 Сила тяжести угля, перемещаемого на конвейер G_3 , вычисляется по (3.38).

4.2.7 Составляющая усилия перемещения угля на конвейер F_4 – по (3.37).

4.2.8 Высота штабеля угля перед стругом $H_{ш}$ определяется по (3.40). Если рассчитанная $H_{ш} > H_c$, принимается $H_{ш} = H_c$.

4.2.9 Усилие, затрачиваемое на преодоление сопротивления внутреннего трения в штабеле угля перед стругом F_n – по (3.39).

4.2.10 Величина усилий погрузки угля стругом определяется по (3.31).

4.3 Алгоритм расчёта сил трения в опорах отрывного струга

Схема нагрузки на струг приведена на рис. 3.5 (а и б).

4.3.1 Координата точки приложения силы P_z по оси $Y - y_2$ – определяется по выражению (3.44).

4.3.2 Координата точки приложения силы F_n по оси $Y - y_5$ – определяется по (3.45).

4.3.3 Координата точки приложения силы T по оси $Y - y_6$ – определяется по (3.46).

4.3.4 Координаты точек приложения реакций R_a и R_c по оси $Z - z_1$ – определяется по (3.47).

4.3.5 Сила тяжести участка конвейера, расположенного на подконвейерной плите струга G_k , рассчитывается по (3.49).

4.3.6 Сумма проекций сил G_k, G_c и P_z на ось $X - F_x$ – определяется по (3.50).

4.3.7 Координата точки приложения силы трения T_3 по оси $-Y-y_4$ рассчитывается по (3.48).

4.3.8 Силы трения в точках контакта подконвейерной плиты струга с конвейером T_1 и T_2 определяется по (3.51) и (3.52) соответственно.

4.3.9 Сила трения между подконвейерной плитой струга и почвой T_3 рассчитывается по (3.53).

4.3.10 Требуемая сила подачи струга на забой N_c вычисляется по (3.54).

4.3.11 Сумма моментов сил и реакций P_x , G_c , G_k , N_c , T_6^1 и R_6 относительно координатной оси - определяется по (3.55).

4.3.12 Сила трения в опорах струга T рассчитывается по (3.57) и (3.58), а усилия на штоках гидроцилиндров системы подачи струга на забой P_c – по (3.59) и (3.60).

4.4 Алгоритм расчёта сил трения в опорах скользящего струга

Схема нагрузки на струг представлена на рис.3.6 и 3.7

4.4.1 Расстояние от конвейера на уровне высоты погрузки до точки приложения силы F_n по оси $Y-y_{13}$ – вычисляется по (3.61).

4.4.2 Расстояние от почвы до точки приложения силы F_n по оси $X-x_5$ – по (3.62).

4.4.3 Координата точки приложения силы F_n по оси Y^1-y_{11} - определяется по (3.63).

4.4.4 Суммы проекций сил P_x, P_y и G_c на координатные оси X^1 и $Y^1 - F_x$ и F_y – определяются по (3.64) и (3.65) соответственно.

4.4.5 Усилие в точке закрепления рабочей ветви тяговой цепи на струге $F_{p.в}^1$ определяется по (3.68).

4.4.6 Суммы моментов сил P_x, P_y, F_n, G_c и $F_{p.в}^1$ относительно координатных осей X^1 и $Z - M_z$ и M_z – определяется по (3.66) и (3.67) соответственно.

4.4.7 Определяются значения M_x, M_{x2} и M_{x3} по выражениям (3.69), (3.70) и (3.71) соответственно.

4.4.8 Силы трения в опорах струга на наклонную направляющую T в зависимости от соотношения между суммами проекций F_x, F_y и суммами моментов M_x и M_z определяются по формулам табл. 3.8.

4.5 Алгоритм расчёта усилий в тяговой цепи струга и мощности его приводов

4.5.1 Величина усилий F_u , затрачиваемых на протягивание струговых цепей, определяются по (3.43).

4.5.2 Среднее значение тяговых усилий $F_{\text{ц}}$ вычисляется по (3.31).

4.5.3 Эффективное значение тягового усилия $F_{\text{э}}$ определяется по (3.75).

4.5.4 Предварительное значение мощности приводов струга определяется по (3.74).

4.5.5 Предварительно установленное значение необходимой номинальной мощности электродвигателя привода струга в продолжительном режиме работы $P_{\text{н}}^1$ вычисляется по (3.76). По этому значению мощности выбирается электродвигатель привода струга.

4.5.6 Среднее значение моментов основного M_{01} и вспомогательного M_{02} определяется по (3.79).

4.5.7 Определяются результирующие значения коэффициентов вариации моментов основного (γ_1) и вспомогательного (γ_2) приводов струга по (3.80-3.84).

4.5.8 Рассчитываются эффективные значения моментов основного ($M_{\text{э},1}$) и вспомогательного ($M_{\text{э},2}$) приводов струга по (3.77) и (3.78).

4.5.9 Вычисляется результирующее значение эффективного момента электродвигателя привода струга $M_{\text{э}}$ по (3.85) и необходимая суммарная мощность электродвигателей привода струга $P_{\text{сум}}$ по (3.86). Значение номинальной частоты вращения ротора электродвигателя $n_{\text{н}}$ вычисляется по (3.87).

4.5.10 Определяется возможная тепловая мощность выбранного электродвигателя в повторно-кратковременном режиме работы $P_{\text{н.н}}$ по (3.88).

4.5.11 Мощность допустимых суммарных потерь в электродвигателе в продолжительном режиме работы ΔP_1 вычисляется по (3.89).

4.5.12 Потери энергии в электродвигателе при пуске $\Delta A_{\text{н}}$ определяется по (3.90).

4.5.13 Определяется продолжительность периода установившейся работы электродвигателя привода струга t_p в соответствии с рекомендациями на стр.147.

4.5.14 Мощность допустимых суммарных потерь в электродвигателе в повторно-кратковременном режиме с частыми пусками P_2 определяется по (3.96).

4.5.15 Коэффициенты загрузки электродвигателей привода струга основного $k_{\text{э},1}$ и вспомогательного $k_{\text{э},2}$ определяются по (3.92) и (3.93) соответственно. Значения $k_{\text{э},1}$ и $k_{\text{э},2}$ принимаются в соответствии с табл.3.9.

4.5.16 Мощность фактических суммарных потерь в каждом электродвигателе привода струга в повторно-кратковременном режиме с частыми пусками ΔP_1 определяется по (3.91).

4.5.17 Наибольшее значение амплитуды высокочастотной составляющей тягового усилия $A_{t \text{ max}}$ определяется по (3.100) с учетом данных графика рис.3.6.

4.5.18 Наибольшее значение высокочастотной составляющей момента сопротивления на тяговой звёздочке основного привода M_1 вычисляется по (3.99).

4.5.19 Значение m_1 определяется по (3.98).

4.5.20 Устойчивое значение момента электродвигателя основного двигателя $M_{уст1}$ по выражению (3.97) с учётом данных графика на рис.3.8.

4.6 Алгоритмы расчёта поперечной и продольной устойчивости струговой установки

4.6.1 Вертикальная составляющая усилия, развиваемого гидравлическим цилиндром системы подачи струговой установки отрывного и скользящего типов, определяется по (3.103) и (3.108) соответственно.

4.6.2 Горизонтальная составляющая усилия, развиваемая гидравлическим цилиндром системы подачи струговой установки отрывного и скользящего типов, рассчитывается по (3.104) и (3.109) соответственно.

4.6.3 Момент сил, стремящихся опрокинуть базу струговой установки отрывного и скользящего типов, определяют по выражениям (3.102) и (3.107) соответственно.

4.6.4 Моменты сил, удерживающих базу струговой установки отрывного и скользящего типов, рассчитывают по (3.107) и (3.110) соответственно.

4.6.5 Коэффициент запаса поперечной устойчивости базы струговой установки определяют по (3.101).

4.6.6 Моменты сил, стремящихся опрокинуть систему «струг-база» струговой установки отрывного и скользящего типов, определяют по (3.117) и (3.122).

4.6.7 Моменты сил, удерживающих систему «струг-база» струговой установки отрывного и скользящего типов, рассчитывают по (3.119) и (3.123) соответственно.

4.6.8 Коэффициент запаса поперечной устойчивости системы «струг-база» в плоскости, перпендикулярной направлению движения струга, определяют по (3.116).

4.7 Алгоритм расчета сил, действующих на удерживающие устройства струговой установки

4.7.1 Расчет сил, действующих на удерживающие устройства струговой установки, должен выполняться в следующей последовательности:

По рис.3.14 принимаются расчетные схемы, для которых необходимо выполнение расчетов.

Проектировочный расчет выполняется для всех расчетных схем.

Эксплуатационный (поверочный) расчет выполняется для двух расчетных схем (1 и 2 или 3 и 4) в зависимости от принятого направления движения тягового органа стругового конвейера.

При необходимости расчет может быть выполнен для одной расчетной схемы.

По табл.3.13 устанавливаются режимы работы струговой установки, для которых необходимо выполнение расчета.

При определении максимальных значений сил, действующих на удерживающие устройства струговой установки, расчет выполняется:

в общем случае – для режимов работы $IRU=3$, $IRU=5$, $IRU=7$, $IRU=8$, $IRU=10$, $IRU=12$, $IRU=13$, $IRU=15$, $IRU=17$;

в частном случае - для режимов работы $IRU=13$; $IRU=15$,
(при оснащении приводов струга и $IRU=17$.

конвейера унифицированными
редукторами и при мощности
электродвигателя привода
стругового конвейера не более
мощности электродвигателя
привода струга)

В качестве искомой величины силы принимается наибольшая из полученных в результате расчета величин.

При необходимости расчет может быть выполнен для одного режима работы струговой установки.

На основании принятых расчетных схем и режимов работы струговой установки определяются необходимые исходные данные.

На основании полученных исходных данных по выражениям, приведенным в табл. 3.13 и (или) табл.3.14, выполняется расчет сил, действующих на удерживающие устройства струговой установки.

5.1 Проектировочный расчёт параметров струговой установки 2СН3413 (СН.06) для условий пласта «Четвёртый»

ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ СТРУГОВОЙ УСТАНОВКИ

Лавой будет обрабатываться выемочный участок по пласту n_{11} «Четвёртый» в блоке №1.

Угольный пласт имеет простое строение и представлен углём полублестящим, полосчатым за счет блестящих и полублестящих разностей, с присутствием участками аргиллита в виде линзочек и прослоев до 1 см, в основном у верхнего контакта. Уголь хрупкий, не окислен, не склонен к самовозгоранию.

Объёмная масса угля в целике $\gamma = 1,33 \text{ т/м}^3$; сопротивляемость угля резанию в неотжатой зоне - $A_p = 200-220 \text{ кН/м}$. Глубина залегания пласта 710-905 м, длина лавы 295 м, длина выемочного участка 1475 м.

Пласт имеет геологическую мощность от 1,3 до 1,51 м при среднем значении 1,41 м.

Углы залегания пласта: по падению – $6^\circ-16^\circ$ (средний – 12°), по простиранию – $0^\circ - 4^\circ$.

Исходные данные для расчёта параметров струговой установки принимаются в соответствии с таблицами 5.1-5.4.

Таблица 5.1 – Исходные данные для расчета сил на резцах струга

Наименование параметра	Усл. обозн.	Един. измер.	Номер формулы, таблицы или рисунка
1	2	3	4
Характеристики режима работы			
Количество линий резания	n	шт.	3.6
Толщина стружки	h	мм	3.2
Характеристики угольного массива			
Коэффициент, учитывающий влияние толщины стружки на боковые силы	k_h	—	3.14
Средняя сопротивляемость пласта резанию в неотжатой зоне	A_p	КН/м	По заданию на расчет
Коэффициент сопротивления резанию	f	—	3.12
Коэффициент, характеризующий отношение отжимающей силы к силе резания на остром резце	k_n	—	3.11
Коэффициент, учитывающий хрупко-пластические свойства угля	k_ψ	—	3.8
Коэффициент ширины среза	k_u	—	3.4
Коэффициент отжима	k_{om}	—	по заданию на расчет
Коэффициент вариации силы резания, обусловленный неравномерностью процесса стружкообразования	ν_{az}	—	табл.3.2
Коэффициент вариации результирующей силы резания	ν_L	—	табл.3.4
Параметры и характеристики схемы набора режущего инструмента			
Ширина среза расчетная	t_p	мм	3.7
Угол установки резца к направлению подачи	β	град	рис.3.2
Коэффициент, учитывающий влияние схемы расстановки резцов на силу резания	k_{cx}	—	3.8
Коэффициент, учитывающий влияние расположения резцов в схеме расстановки на боковые силы	k_σ	—	3.14
Коэффициент одновременности работы резцов	k_i	—	3.17
Коэффициент обнажения забоя	k_3	—	3.10
Шаг установки резцов уточненный	$t_{p.y}$	мм	3.7

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4
Ширина режущей части резца расчетная	b_p	мм	по заданию на расчет
Проекция площадки износа резца на плоскость резания	S_3	см ²	то же
Коэффициент влияния угла резания на удельную энергоемкость резания	k_y	—	табл.3.1
Коэффициент влияния формы передней грани на силу резания	$k_{ф.р}$	—	3.8
Координата точки приложения сил на резце по оси X	d_z, d_{ym}	мм	
Координата точки приложения сил на резце по оси Y	r_z, r_x	мм	
Координата точки приложения сил на резце по оси Z	l_z, r_x	мм	

Таблица 5.2 – Исходные данные для расчета силы погрузки угля стругом

Наименование параметра	Усл. обозн.	Един. измер.	Номер формулы, таблицы или рисунка
1	2	3	4
Мощность пласта	$H_{пл}$	мм	По заданию на расчет
Высота струга	H_c	мм	По техн. документации
Высота погрузки	$H_{ног}$	мм	рис.3.3
Ширина погрузочной поверхности на уровне высоты погрузки	$b_{ног}$	мм	рис.3.3
Угол наклона погрузочной поверхности струга ниже высоты погрузки	α_1	град.	рис.3.4
Угол наклона погрузочной поверхности струга выше высоты погрузки	α_2	град.	рис.3.4
Продолжение таблицы 5.2			
Угол, образованный пересечением поверхности забоя и погрузочной поверхности струга	ρ	град.	рис.3.4
Коэффициент влияния режима работы установки	k_p	—	3.3.7
Плотность угля в целике	γ	кг/м ³	По заданию на расчет

Продолжение таблицы 5.2

Прочность штабеля угля на сдвиг	τ_0	Н/м ²	3.39
Угол естественного откоса разрыхленного угля	Ψ	град.	3.36
Угол, образованный плоскость сдвига призмы выжима и плоскостью пласта	θ	град.	табл.3.5
Коэффициент внутреннего трения угля	μ	—	3.39
Коэффициент трения угля по погрузочной поверхности	f_0	—	по заданию на проектирование
Коэффициент трения угля по углю	f_1	—	3.37
Коэффициент разрыхления угля	$k_{разр}$	—	по заданию на проектирование

Таблица 5.3 – Исходные данные для расчета параметров системы подачи струга на забой и сил трения в опорах струга

Наименование параметра	Усл. обозн.	Един. измер.	Номер формулы, таблицы или рисунка
1	2	3	4
Масса струга	m_c	кг	По технической документации
Расстояние между опорами струга на направляющие максимальное	$l_{c_{max}}$	мм	То же
Расстояние между соседними гидроцилиндрами системы подачи	$l_{ц}$	мм	То же
Длина рештака стругового конвейера	l_p	мм	То же
Координаты точек приложения сил по оси У':		мм	По технической документации рис.3.5 и 3.6
силы P_z	y_{10}	мм	То же
силы $F_{п}$	y_{11}	мм	То же
силы $F'_{p.в}$	y_{12}	мм	То же
Расстояние от конвейера на уровне высоты погрузки до точки приложения силы $F_{п}$ по оси У	y_{13}	мм	То же
Расстояние от почвы до геометрического центра верхней трубчатой опоры наклонной направляющей по оси Х	x_4	мм	То же
Расстояние от почвы до точки приложения силы $F_{п}$ по оси Х, мм	x_5	мм	То же

Продолжение таблицы 5.3

Расстояние между геометрическими центрами трубчатых опор наклонной направляющей по оси У, мм	t	мм	То же
Диаметр трубчатой опоры наклонной направляющей, мм	d	мм	То же
Расстояние между опорами струга по верхней трубчатой опоре наклонной направляющей, мм	a	мм	То же
Расстояние между опорами струга по нижней трубчатой опоре наклонной направляющей, мм	b	мм	То же
Угол, образованный наклонной направляющей и почвой пласта, град.	φ	град	То же
Углы, образованные координатными осями и направлением реакций в опорах струга	$\varphi_1 \dots \varphi_6$	град	По технической документации и
Коэффициент трения корпуса струга о направляющие	μ_5	—	3.67
Количество рештаков, на направляющие которых опирается струг	$k_{реш.}$		По расчету
Коэффициент запаса усилия системы подачи	$k_{зан}$		табл.3.7
Угол наклона пласта при работе по падению (восстанию)	$\alpha_{нв}$	град	По заданию на расчет

Таблица 5.4 – Исходные данные для расчета допустимых по параметрам электродвигателей значений тягового усилия в цепи струга

Наименование параметра	Усл. обозн.	Един. измер.	Номер формулы, таблицы или рисунка
1	2	3	4
Скорость струга	V_c	м/с	По технической документации
Длина струговой установки	L_c	м	По заданию на расчет
Масса 1 п.м тяговой цепи струга	q_c	кг/м	По технической документации
Угол наклона пласта при работе по простиранию	α_2	град	По заданию на расчет
Коэффициент сопротивления перемещению тяговой цепи струга	$W_{ц}$	—	табл.3.6

Продолжение таблицы 5.4			
Коэффициент влияния скорости струга на тяговое усилие в цепи струга	k_v	—	
Номинальная мощность электродвигателя в продолжительном режиме работы	P_n	кВт	По технической документации на электродвигатель
Механические потери	$\Delta P_{мех.}$	кВт	То же
Постоянные потери	$\Delta P_{пост.}$	кВт	То же
Переменные потери	$\Delta P_{пер.}$	кВт	То же
Номинальный момент	M_n	Н·м	То же
Критический момент	M_k	Н·м	То же
Сопротивление обмотки статора	R_1	Н·м	То же
Сопротивление обмотки ротора	R_2	Н·м	То же
Синхронная частота вращения ротора	n_0	об/мин	То же
Номинальное скольжение	S_n	Н·м	То же
Коэффициент полезного действия электродвигателя	η	Н·м	То же
Номинальная относительная продолжительность включения	$ПВ_{ном}$	%	По технической документации на электродвигатель
Момент инерции ротора электродвигателя	I_g	кг·м ²	То же
Момент инерции вращающихся элементов привода струга, приведенный к ротору электродвигателя	I_p	кг·м ²	По технической документации
Радиус начальной окружности звезды привода струга	$R_{з.с}$	мм	То же
Жесткость цепи струга	C_c	мм	То же
Передаточное отношение привода струга	$U_{p.c}$	мм	То же
Коэффициент полезного действия механической передачи привода струга	η_m	—	То же
Фактическое значение числа включений электродвигателя	$z_{факт}$	Вкл/ч	По заданию на проектирование
Фактическая относительная продолжительность включения электродвигателя	$ПВ_{факт}$	Вкл/ч	То же

Основные исходные данные для расчета параметров струговой установки 2СН3413 (СН.06) приведены в таблице 5.5.

Таблица 1 – Основные исходные данные для расчета параметров струговой установки 2СН3413 (СН.06).

Наименование параметра	Условн. обозн.	Величина
1	2	3
Угол наклона пласта по падению, град.	$\alpha_{П}$	11
Длина лавы (струговой установки), м	L_C	295
Мощность пласта вынимаемая, м	$H_{Пл}$	1,2
Сопrotивляемость пласта резанию в неотжатой зоне, кН/м	A_P	220
Плотность угля в целике, кг/м ³	γ	1330
Коэффициент разрыхления угля	$k_{Раз.}$	1,5
Площадь загрузочного сечения конвейера, м ²	F_K	0,268
Высота исполнительного органа (струга), мм	H_C	1200
Высота погрузки угля стругом, мм	$H_{Пог}$	510
Тип режущего инструмента: – линейный – почвенный (кровельный)		РС6 1РС4
Ширина режущей части резца, мм – линейного – почвенного (кровельного)	b_P	22 32
Электродвигатель привода струга: – тип – мощность	– $N_{Д.С}$	2ДКВ335L12/4 85×250
Электродвигатель привода конвейера: – тип – мощность, кВт	– $N_{Д.К}$	2ДКВ335L12/4 85×250

Основные результаты расчета параметров струговой установки 2СН3413 (СН.06) при выемке пласта на высоту исполнительного органа $H_{Пл} = H_C = 1,2$ м и различных величинах коэффициента отжима пласта приведены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Результаты расчета параметров струговой установки 2СН3413 (СН.06).

Наименование параметра	Условн. обозн.	Величина
1	2	3
Необходимая высота струга из условия полной погрузки угля, мм	$H_{С.НЕОБ.}$	830
Рабочая высота струга, мм	H_C	1200
Допустимое значение тягового усилия (по тепловому режиму электродвигателя), Н	$F_{ТЯГ.ДОП}$	249897
Коэффициент запаса прочности тягового органа струга от усилия разрыва	$[k_{Т.С}]$	2,16
Максимальное значение толщины стружки при работе струга, мм	h_C	
от разрезной печи (коэффициент отжима $k_{ОТ} = 0,65$)		34
после первичной осадки пород кровли (коэффициент отжима $k_{ОТ} = 0,5$)		47
в период активного отжима пласта (коэффициент отжима $k_{ОТ} = 0,35$)		74

5.2 Проектировочный расчёт параметров струговой установки GH5.7N/9-38vc.

Горно-геологические условия применения струговой установки

Длина выемочного столба составляет 2585 м, длина лавы 310 м.

Максимальная глубина отработки составит 950 м.

Объёмная масса угля в целике $\gamma = 1,35 \text{ т/м}^3$; сопротивляемость угля резанию в неотжатой зоне $A_p = 220 \text{ кН/м}$.

Мощность пласта изменяется от 0,80 до 1,0 м и в среднем составляет 0,90 м.

Угол падения пласта составляет 6° в верхней части столба и постепенно выполаживается до 1° в нижней части столба. По забою лавы угол падения изменяется от 0 до 3° .

Исходные данные для расчёта параметров струговой установки принимаются в соответствии с табл.5.1-5.4. Расчёт выполнен для струговой установки GH5.7 N/9-38ve.

Основные исходные данные для расчёта параметров струговой установки GH5.7 N/9-38ve представлены в табл.5.7, а результаты расчётов – в табл.5.8.

Таблица 5.7 – Исходные данные для расчета параметров струговой установки

Наименование параметра	Условн. обозн.	Величина
1	2	3
Угол наклона пласта по падению, град.	$\alpha_{П}$	3
Длина лавы (струговой установки), м	L_C	300-310
Мощность пласта вынимаемая, м	$H_{Пл}$	0,9
Сопrotивляемость пласта резанию в неотжатой зоне, кН/м	A_P	220
Плотность угля в целике, кг/м ³	γ	1330
Коэффициент разрыхления угля	$k_{Раз.}$	1,5
Площадь загрузочного сечения конвейера, м ²	F_K	0,44
Высота исполнительного органа (струга), мм	H_C	850
Высота погрузки угля стругом, мм	$H_{Пог}$	549
Тип режущего инструмента: – линейный – почвенный (кровельный)		Специальные резцы
Ширина режущей части резца, мм – линейного – почвенного (кровельного)	b_P	22 40
Электродвигатель привода струга: – тип	$N_{Д.С}$	dkсWаW650/3- 12-4
Электродвигатель привода конвейера: – тип	$N_{Д.К}$	dkсWаW650/3- 8-4

Таблица 5.8 – Результаты расчета параметров струговой установки GH5.7N/9-38ve

Наименование параметра	Условн. обозн.	Величина
1	2	3
Необходимая высота струга из условия полной погрузки угля, мм	$H_{C.НЕОБ.}$	850
Рабочая высота струга, мм	H_C	850
Допустимое значение тягового усилия (по тепловому режиму электродвигателя), Н	$F_{ТЯГ.ДОП}$	308483
Коэффициент запаса прочности тягового органа струга от усилия разрыва	$[k_{Т.С}]$	2,16
Максимальное значение толщины стружки при работе струга, мм	h_C	
при встречном движении $v_c=1,92$ м/с		45
при попутном движении $v_c=1,92$ м/с		39
при попутном движении $v_c=0,64$ м/с		74

5.3 Применение методики для анализа работы действующей струговой установки GH 5.7N/9-38ve и разработки мероприятий по повышению нагрузки на забой

Общие положения

Расчёт основных режимных и силовых параметров струговой установки GH 5.7N/9-38ve выполнен для трех вариантов её эксплуатации: базовый вариант; существующий вариант (установившийся для фактических условий эксплуатации на момент обследования лавы специалистами ШахтНИУИ); рекомендуемый вариант (на основе предложений ШахтНИУИ по повышению эффективности работы комплекса).

Алгоритм расчёта режимных и силовых параметров струговой установки скользящего типа, а также наименования и условные обозначения исходных данных для расчета и сведения о том, на основании каких документов принимаются их величины, приведены в разделе 4.

Основные результаты расчетов режимных и силовых параметров струговой установки GH 5.7N/9-38ve

5.3.1 Базовый (проектный) вариант работы струговой установки GH 5.7N/9-38ve

Условия работы струговой установки: вынимаемая стругом мощность пласта $H_{III} = H_C = 0,85$ м (работа только по угольной пачке); дополнительное обрушение вслед за проходом струга на толщину стружки слоя пород «ложной» кровли высотой до 10% от вынимаемой мощности пласта.

Режимные параметры работы струговой установки: комбинированный режим работы – высокая скорость конвейера $V_K = 1,31$ м/с, высокая скорость струга $V_{C.B} = 1,92$ м/с при встречном движении (вверх) и низкая $V_{C.П} = 0,64$ м/с при попутном движении (вниз).

Результаты расчетов: таблицы 5.9 – 5.14.

Выводы по результатам расчётов базового (проектного) варианта работы струговой установки GH 5.7N/9-38ve:

1) При комбинированном режиме работы струговой установки максималь-

ная толщина стружки, которая может быть погружена на конвейер, составляет: при попутном движении струга ($V_{C.П} = 0,64$ м/с) – $h_{П.маx} = 243$ мм; при встречном движении струга ($V_{C.В} = 1,92$ м/с) – $h_{В.маx} = 390$ мм (таблица 5.14).

2) При высоте струга $H_C = 850$ мм (работа только по угольной пачке) суммарная мощность приводов струга $N_{\Sigma C} = 2 \times 400 / 135$ кВт обеспечивает устойчивую (без частых заклиниваний) работу струга: на высокой скорости движения $V_{C.В} = 1,92$ м/с – с толщиной стружки не более $h_B = 140$ мм; на низкой скорости движения $V_{C.П} = 0,64$ м/с – с толщиной стружки не более $h_{П} = 95$ мм (таблица 5.13).

3) Для устойчивого транспортирования с высокой скоростью $V_K = 1,31$ м/с наибольшего грузопотока, образующегося при встречном движении струга (вверх) с толщиной стружки $h_B = 140$ мм, необходимая суммарная мощность приводов конвейера должна составлять не менее $N_{\Sigma K.факт.} = 776,3$ кВт (таблица 5.14). Суммарная установленная мощность приводов конвейера при работе на высокой скорости $V_K = 1,31$ м/с составляет $N_{\Sigma K} = 2 \times 400 = 800$ кВт, чего с запасом достаточно для обеспечения такого режима работы.

Таблица 5.9 – Исходные данные и результаты расчета сил на резцах струга при встречном движении ($V_{C.B} = 1,92$ м/с)

Исходные данные для расчета сил на резцах струга											
Порядковый номер резца в схеме	<i>№</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
а) Характеристики режима работы											
Толщина снимаемой стружки, мм	<i>h_C</i>	140									
б) Характеристики угольного массива											
Характеристика вязкости угля		<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>
Сопrotивляемость пласта резанию в неотжатой зоне, кН/м	<i>A_P</i>	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
Коэфф. сопротивления резанию	<i>f</i>	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412
Коэфф. отношения отжимающей силы к силе разания	<i>k_П</i>	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Коэфф., учитыв. хрупко-пластические свойства угля	<i>k_У</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэффициент ширины среза	<i>k_Ш</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэффициент отжима	<i>k_{ОТ}</i>	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
в) Параметры и характеристики схемы набора режущего инструмента											
Положение резца в схеме резания	<i>KEY1</i>	<i>H</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>B</i>
Ширина резца, мм	<i>b_P</i>	40	40	22	22	22	22	22	22	22	40
Площадь затупления резца, см ²	<i>S_з</i>	1,25	1,25	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,25
Угол установки резца, град	<i>β</i>	8,0	0,0	23,0	10,0	10,0	10,0	0,0	20,0	30,0	0,0
Ширина среза, мм	<i>t_{CP}</i>	40	91,5	87,5	72,5	66	81,5	109	122,5	97,5	97,5
Шаг установки резца, мм	<i>t_{Ш.У}</i>	20	90	93	82	63	69	94	124	121	74
Коэф. схемы резания	<i>k_{СХ.Р}</i>	1,17	1,17	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,17	1,17
Коэф. ослабления забоя схемой резания	<i>k_{ОС.Р}</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Коэф. одновременности работы резцов	<i>k_{ОД}</i>	1	1	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	1
Коэф. влияния полож. резца на боковые силы	<i>k_Б</i>	1	1	0,6	1	0,6	1	0,7	1	1	1
Коэф. влияния полож. резца на напр. боковых сил	<i>k_{СХ.Б}</i>	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Способ определения к-та затупления	<i>KEY2</i>	3	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	3
Коэф. обнажения забоя	<i>k_{О.З}</i>	1,25	0	0	0	0	0	0	0	0	1,15
Коэф. влияния угла резания	<i>k_У</i>	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Коэф. влияния толщ. стружки на боковые силы	<i>k_н</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэф. влияния формы резца на силы резания	<i>k_{Ф.Р}</i>	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Коэф. влияния формы резца на боковые силы	<i>k_{Ф.Б}</i>	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Координата <i>X (r)</i> установки резца, мм	<i>X (r)</i>	1030	1096	1146	1200	1186	1232	1216	1240	1188	1124
Координата <i>Y (d)</i> установки резца, мм	<i>Y (d)</i>	20	110	203	285	348	417	511	635	756	830
Координата <i>Z (l)</i> установки резца, мм	<i>Z (l)</i>	1276	1225	1181	1166	1136	1125	1100	1095	1074	1062

Таблица 5.10 – Исходные данные и результаты расчета сил на резах струга при попутном движении ($V_{C.П} = 0,64$ м/с)

Исходные данные для расчета сил на резах струга											
Порядковый номер реза в схеме	<i>N</i> _э	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
а) Характеристики режима работы											
Толщина снимаемой стружки, мм	<i>h_с</i>	95									
б) Характеристики угольного массива											
Характеристика вязкости угля		<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>
Сопrotивляемость пласта резанию в неотжатой зоне, кН/м	<i>A_P</i>	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
Коэфф. сопротивления резанию	<i>f</i>	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412
Коэфф. отношения отжимающей силы к силе разания	<i>k_П</i>	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Коэфф., учитыв. хрупко-пластические свойства угля	<i>k_У</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэффициент ширины среза	<i>k_Ш</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэффициент отжима	<i>k_{ОТ}</i>	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
в) Параметры и характеристики схемы набора режущего инструмента											
Положение реза в схеме резания	<i>КЕУ1</i>	<i>H</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>B</i>
Ширина реза, мм	<i>b_P</i>	40	40	22	22	22	22	22	22	22	40
Площадь затупления реза, см ²	<i>S_з</i>	1,25	1,25	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,25
Угол установки реза, град	<i>β</i>	8,0	0,0	23,0	10,0	10,0	10,0	0,0	20,0	30,0	0,0
Ширина среза, мм	<i>t_{СР}</i>	40	91,5	87,5	72,5	66	81,5	109	122,5	97,5	97,5
Шаг установки реза, мм	<i>t_{Ш.У}</i>	20	90	93	82	63	69	94	124	121	74
Коэф. схемы резания	<i>k_{СХ.Р}</i>	1,17	1,17	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,17	1,17
Коэф. ослабления забоя схемой резания	<i>k_{ОС.Р}</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Коэф. одновременности работы резцов	<i>k_{ОД}</i>	1	1	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	1
Коэф. влияния полож. реза на боковые силы	<i>k_Б</i>	1	1	0,6	1	0,6	1	0,7	1	1	1
Коэф. влияния полож. реза на напр. боковых сил	<i>k_{СХ.Б}</i>	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Способ определения к-та затупления	<i>КЕУ2</i>	3	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	3
Коэф. обнажения забоя	<i>k_{ОЗ}</i>	1,25	0	0	0	0	0	0	0	0	1,15
Коэф. влияния угла резания	<i>k_У</i>	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Коэф. влияния толщ. стружки на боковые силы	<i>k_н</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэф. влияния формы реза на силы резания	<i>k_{Ф.Р}</i>	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Коэф. влияния формы реза на боковые силы	<i>k_{Ф.Б}</i>	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Координата <i>X (r)</i> установки реза, мм	<i>X (r)</i>	1030	1096	1146	1200	1186	1232	1216	1240	1188	1124
Координата <i>Y (d)</i> установки реза, мм	<i>Y (d)</i>	20	110	203	285	348	417	511	635	756	830
Координата <i>Z (l)</i> установки реза, мм	<i>Z (l)</i>	1276	1225	1181	1166	1136	1125	1100	1095	1074	1062

Таблица 5.11 – Исходные данные и результаты расчета усилия погрузки угля стругом

Исходные данные для расчета усилия погрузки угля стругом		Встречное	Попутное
Толщина снимаемой стружки, мм	h_c	140	95
Мощность пласта, мм	$H_{пл}$	850	850
Высота струга, мм	H_c	850	850
Высота погрузки, мм	$H_{пог}$	549	549
Ширина погрузочной поверхности, мм	$B_{пог}$	290	290
Угол наклона погрузочной поверхности ниже высоты погрузки, град	α_1	65	65
Угол наклона погрузочной поверхности выше высоты погрузки, град	α_2	120	120
Угол погрузочной поверхности по отношению к забою, град.	ρ	60	60
Коэффициент режима работы струга	$k_{РАБ.}$	1,10	1,2
Плотность угля (пласта) в целике, кг/м ³	$\gamma_{ц}$	1350	1350
Прочность штабеля угля на сдвиг, Н/м ²	τ_0	27400	27400
Угол естественного откоса разрыхленного угля, град.	ψ	50	50
Угол между плоскостью сдвига призмы выжима и почвой пласта, град.	θ	50,33	50,33
Коэффициент внутреннего трения угля	μ	0,85	0,85
Коэффициент трения движения угля по погрузочной поверхности	f_0	0,20	0,20
Коэффициент трения угля по углю	f_1	0,40	0,40
Коэффициент разрыхления угля (пласта)	$k_{РАЗР.}$	1,35	1,35
Коэффициент, учитывающий углы наклона погрузочных поверхностей	$k_{\alpha,\rho}$	1,55	1,55
Результаты расчета усилия погрузки угля стругом		Встречное	Попутное
Минимально необходимая высота струга из условия полной погрузки, мм	$H_{с.мин}$	895	895
Усилие погрузки угля стругом, Н	$R_{пог.}$	19195	18230

Таблица 5.12 – Исходные данные и результаты расчета сил трения в опорах струга

Исходные данные для расчета сил трения в опорах струга		
Масса струга, кг	m_c	4270
Расстояние между опорами струга на направляющие максимальное, мм	$l_{c_{max}}$	2960
Расстояние между соседними гидроцилиндрами системы подачи, мм	l_{ψ}	3500
Длина рештака стругового конвейера, мм	l_p	1750
Координаты точек приложения сил по оси OX , мм:		
силы подачи струга на забой	x_{cn}	506
веса струга	x_c	910
силы погрузки угля стругом	x_n	950
тягового усилия в цепи струга	x_m	542
Координаты точек приложения сил по оси OY , мм:		
силы подачи струга на забой	y_{cn}	210
веса струга	y_c	485
силы погрузки угля стругом	y_n	430
тягового усилия в цепи струга	y_m	158
Координаты точек приложения сил по оси OZ , мм:		
веса струга	z_c	0
тягового усилия в цепи струга	z_m	1740
Координаты опорных точек струга на направляющих, мм:		
по оси OX	x_1	621
	x_2	752
	x_3	705
	x_4	516
	x_5	474
	x_6	447
по оси OY	y_1	184
	y_2	60
	y_3	160
	y_4	510
	y_5	549
	y_6	510
по оси OZ :		
в направлении движения струга	z'_1	1480
	z'_2	1480
	z'_3	1480
	z'_4	1330
	z'_5	1330
	z'_6	1330

Продолжение таблицы 5.12

в направлении противоположном направлению движения струга	z_1''	-1480	
	z_2''	-1480	
	z_3''	-1480	
	z_4''	-1330	
	z_5''	-1330	
	z_6''	-1330	
Углы, между координатными осями и направлением реакций в	φ_1	0	
опорах струга, град.	φ_2	8	
	φ_3	-10	
	φ_4	0	
	φ_5	0	
	φ_6	0	
Коэффициент трения корпуса струга о направляющие	μ_5	0,25	
Количество рештаков, на направляющие которых опирается струг, шт.	$k_{реш.}$	2	
Коэффициент запаса усилия системы подачи	$k_{зан}$	1,25	
Угол наклона пласта при работе по падению (восстанию), град.	$\alpha_{пв}$	-3	
Результаты расчета сил трения в опорах струга		Встреч- ное	Попут- ное
<i>Сила трения в опорах струга, Н</i>	<i>Топ.</i>	106427	85620

Таблица 5.13 – Исходные данные и результаты расчета среднего необходимого и допустимых по параметрам электродвигателей значений тягового усилия в цепи струга

Исходные данные для расчета среднего необходимого и допустимых по параметрам электродвигателей значений тягового усилия		Встречное	Попутное
Скорость струга, м/с	V_c	1,92	0,64
Длина струговой установки, м	L_c	310	310
Масса 1 п.м тяговой цепи струга, кг/м	q_c	27,6	27,6
Угол наклона пласта при работе по падению, град.	α	2	2
Коэффициент сопротивления перемещению цепи струга	$W_{\text{ц}}$	0,3	0,3
Коэффициент влияния скорости струга	k_v	0,85	1,0
Коэффициент влияния искривления забойного конвейера	k_u	1,07	1,07
Номинальная мощность электродвигателя, кВт	P_n	400	135
Механические потери	$\Delta P_{\text{мех.}}$	н/д	н/д
Постоянные потери, кВт	$\Delta P_{\text{пос.}}$	н/д	н/д
Переменные потери, кВт	$\Delta P_{\text{пер.}}$	н/д	н/д
Номинальный момент	M_n	н/д	н/д
Критический момент	M_k	н/д	н/д
Сопротивление обмотки статора	R_1	н/д	н/д
Сопротивление обмотки ротора	R_2	н/д	н/д
Номинальная частота вращения ротора, об./мин.	$n_{\text{ном}}$	1486	492
Номинальная продолжительность включения, %	$ПВ_{\text{ном}}$	н/д	н/д
Момент инерции вращающихся элементов привода струга, приведенный к ротору электродвигателя, кг·м ²	I_p	н/д	н/д
Момент инерции ротора электродвигателя, кг·м ²	I_g	н/д	н/д
Радиус начальной окружности звезды привода струга, мм	$R_{з.с}$	258	258
Жесткость цепи струга, Н/м	C_c	н/д	н/д
Передаточное отношение привода струга	$U_{p.c}$	20,946	20,946
К. п. д. механической передачи привода струга (0,9×0,85)	η_m	0,765	0,765
Исходное значение числа включений электродвигателя, Вкл/ч	z	н/д	н/д
Фактическое число включений электродвигателя, Вкл/ч	$z_{\text{ф}}$	н/д	н/д
Фактическая относительная продолжительность включения, %	$ПВ_{\text{ф}}$	н/д	н/д
Результаты расчета среднего необходимого и допустимых по параметрам электродвигателей значений тягового усилия		Встречное	Попутное
<i>Толщина стружки, мм</i>	h_c	140	95
<i>Необходимое тяговое усилие на звезде струга, Н</i>	$F_{\text{ТЯГ}}$	303025	299158
<i>Допустимое значение тягового усилия на звезде струга, Н</i>			
<i>по установленной мощности электродвигателей</i>	$[F_T]_N$	304108	299996
<i>по тепловому режиму работы электродвигателей</i>	$[F_T]_t$	н/д	н/д
<i>по устойчивому моменту электродвигателей</i>	$[F_T]_M$	н/д	н/д

Таблица 5.14 – Исходные данные и результаты расчета режимных и тяговых параметров стругового конвейера

Исходные данные для расчета режимных и тяговых параметров стругового конвейера		Встречное	Попутное
Площадь загрузочного сечения конвейера, м ²	F_K	0,32	0,32
Мощность угольного пласта (пачки), м	H_U	0,85	0,85
Коэффициент разрыхления угля	ψ_U	1,5	1,5
Мощность присекаемой породы, м	$H_{Пор}$	0,00	0,00
Коэффициент разрыхления породы	$\psi_{Пор}$	1,25	1,25
Доля пород, обрушающихся из кровли, %	$\Delta H_{Пор}$	10	10
Скорость движения струга, м/с:			
при встречном движении	$V_{С.В}$	1,92	
при попутном движении	$V_{С.П}$		0,64
Скорость движения конвейера, м/с	V_K	1,31	1,31
Результаты расчета режимных параметров стругового конвейера		Встречное	Попутное
Максимальная возможная толщина стружки, м	$[h_K]$	0,390	0,243
Коэффициент использования сечения номинальный	$k_{F.ном}$	1,000	0,511
Фактическая толщина стружки, м:			
при встречном движении (по условию резания)	h_B	0,140	
при попутном движении (по условию резания)	$h_{П}$		0,095
Коэффициент использования сечения фактический	$k_{F.факт}$	0,359	0,200
Коэффициент использования сечения максимальный	$k_{F.мах}$	0,409	0,250
Угол наклона пласта по падению, град.	α	2,00	2,00
Длина конвейера, м	L_K	310,00	310,00
Масса 1 п.м тягового органа конвейера, кг/м	q_K	91,40	91,40
Плотность угля в целике, кг/м ³	γ_U	1350,0	1350,0
Плотность породы, кг/м ³	$\gamma_{П}$	2540,0	2540,0
Насыпной удельный вес груза на конвейере, кг/м ³		1002,9	1002,9
Масса 1 п.м насыпного груза на конвейере, кг/м	$q_{Г}$	320,9	320,9
Коэффициент сопротивления перемещению тягового органа грузовой ветви конвейера	$f_{Г}$	0,49	0,49
Коэффициент сопротивления перемещению тягового органа порожней ветви конвейера	$f_{П}$	0,40	0,40
Коэффициент сопротивления перемещению груза	w	0,49	0,49
Коэффициент сопротивления перемещению тягового органа грузовой ветви конвейера из состояния покоя	$f_{Г.П}$	0,65	0,65
Коэффициент сопротивления перемещению тягового органа порожней ветви конвейера из состояния покоя	$f_{П.П}$	0,55	0,55
Коэффициент сопротивления перемещению груза из состояния покоя	$w_{П}$	0,60	0,60
Коэффициент неодновременности реализации статического тягового усилия приводов	k_{Σ}	0,90	0,90
Разрушающая нагрузка тяговой цепи конвейера, кН	$P_{Раз.}$	1450,0	1450,0

Продолжение таблицы 5.14

Коэффициент неравномерности нагружения цепей тягового органа в рабочем режиме	$k_{н.р}$	1,25	1,25
Коэффициент запаса прочности тягового органа	k_1	2,00	2,00
Коэффициент перегрузки привода при пуске	$k_{п}$	2,50	2,50
Коэффициент, учитывающий изгибы рештачного става в плоскости пласта	$k_{и.г}$	1,04	1,04
Коэффициент, учитывающий изгибы рештачного става в вертикальной плоскости на порожней ветви	$\psi_{п}$	1,00	1,00
Коэффициент, учитывающий изгибы рештачного става в вертикальной плоскости на грузеной ветви	$\psi_{г}$	1,00	1,00
Номинальная частота вращения электродвигателя, об/мин	$n_{н}$	1485,0	1485,0
Передаточное число редуктора привода конвейера	$U_{р.к}$	33,382	33,382
Число зубьев звездочки конвейера, шт.	$N_{з.к}$	7,00	7,00
Диаметр звезды привода конвейера, м	$D_{з.к}$	0,562	0,562
К. п. д. приводного блока	η	0,792	0,792
Коэффициент падения напряжения в питающей электросети при пуске электродвигателя привода конвейера	$k_{п.н}$	0,85	0,85

Результаты расчета тяговых параметров стругового конвейера		Встречное	Попутное
Сила сопротивления перемещению грузеной ветви тягового органа конвейера, кН			
при фактической загрузке конвейера	$F_{ГР.факт}$	296,9	223,7
при максимальной загрузке конвейера	$F_{ГР.мах}$	320,0	246,7
Сила сопротивления перемещению порожней ветви тягового органа конвейера, кН			
	$F_{ПОР}$	125,5	125,5
Необходимая мощность привода грузеной ветви конвейера, кВт			
при фактической загрузке конвейера	$N_{ГР.факт}$	491,1	369,9
при максимальной загрузке конвейера	$N_{ГР.мах}$	529,2	408,1
Необходимая мощность привода порожней ветви конвейера, кВт			
	$N_{ПОР}$	207,6	207,6
Необходимая суммарная мощность приводов конвейера, кВт			
при фактической загрузке конвейера	$N_{\Sigma К.факт}$	776,3	641,7
при максимальной загрузке конвейера	$N_{\Sigma К.мах}$	818,6	684,0
Допустимая мощность единичного привода конвейера по прочности тяговой цепи, кВт			
	$N_{Доп}$	852,7	852,7
Необходимый пусковой момент привода грузеной ветви конвейера, Нм			
при фактической загрузке конвейера	$M_{П.ГР.факт}$	3322,4	2239,7
при максимальной загрузке конвейера	$M_{П.ГР.мах}$	3394,6	2311,8

5.3.2 Фактический (установившийся) вариант работы струговой установки GH 5.7N/9-38ve

Условия работы струговой установки: вынимаемая стругом мощность пласта $H_{пл} = H_C = 1,12$ м; мощность угольной пачки по лаве $H_Y = 0,85$ м; крепость пород строгаемой «ложной» кровли $f = 3$ (эквивалентная сопротивляемость резанию 280 кН/м), крепость пород строгаемой непосредственной кровли $f = 4$ (эквивалентная сопротивляемость резанию 350 кН/м); дополнительное обрушение вслед за проходом струга на толщину стружки слоя пород непосредственной кровли высотой до 10% от вынимаемой мощности пласта.

Режимные параметры работы струговой установки: комбинированный режим работы – высокая скорость конвейера $V_K = 1,31$ м/с, высокая скорость струга $V_{C.B} = 1,92$ м/с при встречном движении и низкая $V_{C.П} = 0,64$ м/с при попутном движении; опережающий режим работы I (опережающий I – фактический) – высокая $V_K = 1,31$ м/с скорость конвейера, высокая скорость струга $V_C = 1,92$ м/с при движении в обоих направлениях; опережающий режим работы II (опережающий II – оценка возможности использования) – низкая $V_K = 0,65$ м/с скорость конвейера, высокая скорость струга $V_C = 1,92$ м/с при движении в обоих направлениях.

Результаты расчетов: таблицы 5.15 – 5.21.

Выводы по результатам расчётов фактического (установившегося) варианта работы струговой установки GH 5.7N/9-38ve:

1) Суммарная мощность приводов струга $N_{\Sigma C} = 2 \times 400 / 135$ кВт обеспечивает устойчивую работу струга: на высокой скорости движения $V_{C.B} = 1,92$ м/с – с толщиной стружки не более $h_B = 45$ мм при встречном движении струга (вверх) и с толщиной стружки не более $h_B = 39$ мм при попутном движении струга (вниз); на низкой скорости движения $V_{C.П} = 0,64$ м/с – с толщиной стружки не более $h_{П} = 34$ мм при попутном движении струга (вниз) (таблица 5.20).

2) При комбинированном режиме работы струговой установки максимальная толщина стружки, которая может устойчиво транспортироваться конвейером при суммарной мощности приводов конвейера $N_{\Sigma K} = 2 \times 400 = 800$ кВт, составляет: $h_{B, \max} = 60$ мм – при встречном движении струга (вверх) со скоростью $V_{C.B} = 1,92$ м/с; $h_{П, \max} = 75$ мм – при попутном движении струга (вниз) со скоростью $V_{C.П} = 0,64$ м/с (таблица 5.21).

3) При опережающем режиме работы струговой установки максимальная толщина стружки, которая может быть погружена на конвейер, ограничивается соотношением скоростей струга и конвейера и соотношением толщин стружек при встречном и попутном движении струга и при высокой скорости движения конвейера $V_K = 1,31$ м/с составляет: $[h_K] = 42$ мм при $h_B = h_{П}$, $[h_K]_{П} = 39$ мм при $h_B / h_{П} = 1,33$, $[h_K]_{П} = 33$ мм при $h_B / h_{П} = 2,0$ (таблица 5.21).

4) При работе струговой установки с высокой скоростью конвейера $V_K = 1,31$ м/с и фактическими стружками, допустимыми по условиям резания, возможна реализация трех основных вариантов опережающего режима работы: $h_B = h_{П} = 30$ мм (опережающий I-1); $h_B = 40$ мм, $h_{П} = 30$ мм (опережающий I-2); $h_B = 40$ мм, $h_{П} = 20$ мм (опережающий I-3). Суммарная необходимая мощность приводов конвейера при работе в этих режимах работы может достигать величин $N_{\Sigma K.факт} = 853,5$ кВт, $N_{\Sigma K.факт} = 867,4$ кВт и $N_{\Sigma K.факт} = 793,9$ кВт соответственно. При работе установки с низкой скоростью конвейера $V_K = 0,65$ м/с и толщинами стружки $h_B = 40$ мм, $h_{П} = 20$ мм (опережающий II-3) суммарная необходимая мощность приводов конвейера может составлять до $N_{\Sigma K.факт} = 441,1$ кВт (таблица 5.21).

5) Суммарная установленная мощность приводов конвейера составляет $N_{\Sigma K.уст} = 2 \times 400 / 200 = 800 / 400$ кВт, Это свидетельствует о том, что из-за отсутствия резерва мощности в действующей лаве 312-з возможно эффективное использование только одного варианта опережающего режима работы с высокой скоростью конвейера $V_K = 1,31$ м/с и толщинами стружки $h_B = 40$ мм, $h_{П} = 20$ мм

(опережающий I-3), а использование опережающего режима работы струговой установки с низкой скоростью конвейера $V_K = 0,65$ м/с технически нецелесообразно (таблица 5.21)

б) При фактическом (установившемся) варианте работы струговой установки GH 5.7N/9-38ve и реально достижимом среднем коэффициенте машинного времени струга $k_M = 0,30...0,32$ среднесуточная нагрузка на лаву 312-з не может превышать $Q_{сут} = 1280 - 1370$ т/сут., а резервы мощности струга и конвейера для ее увеличения отсутствуют.

Таблица 5.15 – Исходные данные и результаты расчета сил на резах струга при встречном движении, $V_{C.B} = 1,92$ м/с

Исходные данные для расчета сил на резах струга											
Порядковый номер реза в схеме	<i>№</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
а) Характеристики режима работы											
Толщина снимаемой стружки, мм	<i>h_c</i>	45									
б) Характеристики угольного массива											
Характеристика вязкости угля		<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>	<i>X_{рун.}</i>
Сопrotивляемость пласта резанию в неотжатой зоне, кН/м	<i>A_p</i>	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
Коэфф. сопротивления резанию	<i>f</i>	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412
Коэфф. отношения отжимающей силы к силе разания	<i>k_п</i>	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Коэфф., учитыв. хрупко-пластические свойства угля	<i>k_у</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэффициент ширины среза	<i>k_ш</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэффициент отжима	<i>k_{от}</i>	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
в) Параметры и характеристики схемы набора режущего инструмента											
Положение реза в схеме резания	<i>KEY1</i>	<i>H</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>B</i>
Ширина реза, мм	<i>b_p</i>	40	40	22	22	22	22	22	22	22	40
Площадь затупления реза, см ²	<i>S_з</i>	1,25	1,25	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,25
Угол установки реза, град	<i>β</i>	8,0	0,0	23,0	10,0	10,0	10,0	0,0	20,0	30,0	0,0
Ширина среза, мм	<i>t_{ср}</i>	40	91,5	87,5	72,5	66	81,5	109	122,5	97,5	97,5
Шаг установки реза, мм	<i>t_{ш.у}</i>	20	90	93	82	63	69	94	124	121	74
Коэф. схемы резания	<i>k_{сх.р}</i>	1,17	1,17	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,17	1,17
Коэф. ослабления забоя схемой резания	<i>k_{ос.р}</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Коэф. одновременности работы резцов	<i>k_{од}</i>	1	1	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	1
Коэф. влияния полож. реза на боковые силы	<i>k_б</i>	1	1	0,6	1	0,6	1	0,7	1	1	1
Коэф. влияния полож. реза на напр. боковых сил	<i>k_{сх.б}</i>	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Способ определения к-та затупления	<i>KEY2</i>	3	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	3
Коэф. обнажения забоя	<i>k_{о.з}</i>	1,25	0	0	0	0	0	0	0	0	1,15
Коэф. влияния угла резания	<i>k_у</i>	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Коэф. влияния толщ. стружки на боковые силы	<i>k_н</i>	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
Коэф. влияния формы реза на силы резания	<i>k_{ф.р}</i>	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Коэф. влияния формы реза на боковые силы	<i>k_{ф.б}</i>	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Координата <i>X (r)</i> установки реза, мм	<i>X (r)</i>	1030	1096	1146	1200	1186	1232	1216	1240	1188	1124
Координата <i>Y (d)</i> установки реза, мм	<i>Y (d)</i>	20	110	203	285	348	417	511	635	756	830
Координата <i>Z (l)</i> установки реза, мм	<i>Z (l)</i>	1276	1225	1181	1166	1136	1125	1100	1095	1074	1062

Продолжение таблицы 5.15

Исходные данные для расчета сил на резцах струга											
Порядковый номер резца в схеме	<i>№</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>
а) Характеристики режима работы											
Толщина снимаемой стружки, мм	<i>h_с</i>	45									
б) Характеристики угольного массива											
Характеристика вязкости угля		<i>Пор.</i>	<i>Пор.</i>	<i>Пор.</i>	<i>Пор.</i>						
Сопrotивляемость пласта резанию в неотжатой зоне, кН/м	<i>A_P</i>	280	350	350	350						
Коэфф. сопротивления резанию	<i>f'</i>	0,05	0,05	0,05	0,05						
Коэфф. отношения отжимающей силы к силе разания	<i>k_П</i>	0,4	0,4	0,4	0,4						
Коэфф., учитыв. хрупко-пластические свойства угля	<i>k_ψ</i>	1,00	1,00	1,00	1,00						
Коэффициент ширины среза	<i>k_Ш</i>	1,00	1,00	1,00	1,00						
Коэффициент отжима	<i>k_{от}</i>	1,0	1,0	1,0	1,0						
в) Параметры и характеристики схемы набора режущего инструмента											
Положение резца в схеме резания	<i>КЕУ1</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>В</i>						
Ширина резца, мм	<i>b_P</i>	22	22	22	40						
Площадь затупления резца, см ²	<i>S_з</i>	1,00	1,00	1,00	1,50						
Угол установки резца, град	<i>β</i>	10,0	20,0	30,0	0,0						
Ширина среза, мм	<i>t_{ср}</i>	70,5	88,5	64,5	64,5						
Шаг установки резца, мм	<i>t_{ш.у}</i>	45	96	81	48						
Коэф. схемы резания	<i>k_{сх.р}</i>	1,07	1,07	1,17	1,17						
Коэф. ослабления забоя схемой резания	<i>k_{ос.р}</i>	0,80	0,80	0,80	0,80						
Коэф. одновременности работы резцов	<i>k_{од}</i>	1	1	1	1						
Коэф. влияния полож. резца на боковые силы	<i>k_б</i>	1	1	1	1						
Коэф. влияния полож. резца на напр. боковых сил	<i>k_{сх.б}</i>	1	1	1	1						
Способ определения к-та затупления	<i>КЕУ2</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>3</i>						
Коэф. обнажения забоя	<i>k_{о.з}</i>	0	0	0	1,20						
Коэф. влияния угла резания	<i>k_у</i>	1,08	1,08	1,08	1,08						
Коэф. влияния толщ. стружки на боковые силы	<i>k_н</i>	1,13	1,13	1,13	1,13						
Коэф. влияния формы резца на силы резания	<i>k_{ф.р}</i>	0,93	0,93	0,93	0,93						
Коэф. влияния формы резца на боковые силы	<i>k_{ф.б}</i>	0,95	0,95	0,95	0,95						
Координата X (r) установки резца, мм	<i>X (r)</i>	1220	1220	1200	1136						
Координата Y (d) установки резца, мм	<i>Y (d)</i>	875	971	1052	1100						
Координата Z (l) установки резца, мм	<i>Z (l)</i>	320	308	283	248						

Таблица 5.16 – Исходные данные и результаты расчета сил на резах струга при попутном движении, $V_C=1,92$ м/с

Исходные данные для расчета сил на резах струга											
Порядковый номер реза в схеме	№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
а) Характеристики режима работы											
Толщина снимаемой стружки, мм	h_C	39									
б) Характеристики угольного массива											
Характеристика вязкости угля		<i>Xруп.</i>	<i>Xруп.</i>	<i>Xруп.</i>	<i>Xруп.</i>	<i>Xруп.</i>	<i>Xруп.</i>	<i>Xруп.</i>	<i>Xруп.</i>	<i>Xруп.</i>	<i>Xруп.</i>
Сопrotивляемость пласта резанию в неотжатой зоне, кН/м	A_P	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
Коэфф. сопротивления резанию	f'	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412
Коэфф. отношения отжимающей силы к силе разания	$k_{П}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Коэфф., учитыв. хрупко-пластические свойства угля	k_{Ψ}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэффициент ширины среза	$k_{Ш}$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэффициент отжима	k_{OT}	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
в) Параметры и характеристики схемы набора режущего инструмента											
Положение реза в схеме резания	$KEY1$	<i>H</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>B</i>
Ширина реза, мм	b_P	40	40	22	22	22	22	22	22	22	40
Площадь затупления реза, см ²	S_3	1,25	1,25	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,25
Угол установки реза, град	β	8,0	0,0	23,0	10,0	10,0	10,0	0,0	20,0	30,0	0,0
Ширина среза, мм	t_{CP}	40	91,5	87,5	72,5	66	81,5	109	122,5	97,5	97,5
Шаг установки реза, мм	$t_{Ш.У}$	20	90	93	82	63	69	94	124	121	74
Коэф. схемы резания	$k_{СХ.Р}$	1,17	1,17	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,17	1,17
Коэф. ослабления забоя схемой резания	$k_{OC.Р}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Коэф. одновременности работы резцов	k_{OD}	1	1	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	1
Коэф. влияния полож. реза на боковые силы	k_B	1	1	0,6	1	0,6	1	0,7	1	1	1
Коэф. влияния полож. реза на напр. боковых сил	$k_{СХ.Б}$	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Способ определения к-та затупления	$KEY2$	3	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	3
Коэф. обнажения забоя	$k_{O.З}$	1,25	0	0	0	0	0	0	0	0	1,15
Коэф. влияния угла резания	k_U	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Коэф. влияния толщ. стружки на боковые силы	k_h	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
Коэф. влияния формы реза на силы резания	$k_{Ф.Р}$	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Коэф. влияния формы реза на боковые силы	$k_{Ф.Б}$	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Координата $X (r)$ установки реза, мм	$X (r)$	1030	1096	1146	1200	1186	1232	1216	1240	1188	1124
Координата $Y (d)$ установки реза, мм	$Y (d)$	20	110	203	285	348	417	511	635	756	830
Координата $Z (l)$ установки реза, мм	$Z (l)$	1276	1225	1181	1166	1136	1125	1100	1095	1074	1062

Продолжение таблицы 5.16

Исходные данные для расчета сил на резах струга											
Порядковый номер реза в схеме	<i>№</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>
а) Характеристики режима работы											
Толщина снимаемой стружки, мм	<i>h_c</i>	39									
б) Характеристики угольного массива											
Характеристика вязкости угля		<i>Пор.</i>	<i>Пор.</i>	<i>Пор.</i>	<i>Пор.</i>						
Сопrotивляемость пласта резанию в неотжатой зоне, кН/м	<i>A_p</i>	280	350	350	350						
Коэфф. сопротивления резанию	<i>f'</i>	0,05	0,05	0,05	0,05						
Коэфф. отношения отжимающей силы к силе разания	<i>k_П</i>	0,4	0,4	0,4	0,4						
Коэфф., учитыв. хрупко-пластические свойства угля	<i>k_ψ</i>	1,00	1,00	1,00	1,00						
Коэффициент ширины среза	<i>k_Ш</i>	1,00	1,00	1,00	1,00						
Коэффициент отжима	<i>k_{от}</i>	1,0	1,0	1,0	1,0						
в) Параметры и характеристики схемы набора режущего инструмента											
Положение реза в схеме резания	<i>КЕУ1</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>В</i>						
Ширина реза, мм	<i>b_p</i>	22	22	22	40						
Площадь затупления реза, см ²	<i>S_з</i>	1,00	1,00	1,00	1,50						
Угол установки реза, град	<i>β</i>	10,0	20,0	30,0	0,0						
Ширина среза, мм	<i>t_{ср}</i>	70,5	88,5	64,5	64,5						
Шаг установки реза, мм	<i>t_{ш.у}</i>	45	96	81	48						
Коэф. схемы резания	<i>k_{сх.р}</i>	1,07	1,07	1,17	1,17						
Коэф. ослабления забоя схемой резания	<i>k_{ос.р}</i>	1,00	1,00	1,00	1,00						
Коэф. одновременности работы резцов	<i>k_{од}</i>	1	1	1	1						
Коэф. влияния полож. реза на боковые силы	<i>k_б</i>	1	1	1	1						
Коэф. влияния полож. реза на напр. боковых сил	<i>k_{сх.б}</i>	1	1	1	1						
Способ определения к-та затупления	<i>КЕУ2</i>	<i>Р</i>	<i>Р</i>	<i>Р</i>	<i>3</i>						
Коэф. обнажения забоя	<i>k_{о.з}</i>	0	0	0	1,20						
Коэф. влияния угла резания	<i>k_у</i>	1,08	1,08	1,08	1,08						
Коэф. влияния толщ. стружки на боковые силы	<i>k_н</i>	1,28	1,28	1,28	1,28						
Коэф. влияния формы реза на силы резания	<i>k_{ф.р}</i>	0,93	0,93	0,93	0,93						
Коэф. влияния формы реза на боковые силы	<i>k_{ф.б}</i>	0,95	0,95	0,95	0,95						
Координата X (r) установки реза, мм	<i>X (r)</i>	1220	1220	1200	1136						
Координата Y (d) установки реза, мм	<i>Y (d)</i>	875	971	1052	1100						
Координата Z (l) установки реза, мм	<i>Z (l)</i>	320	308	283	248						

Таблица 5.17 – Исходные данные и результаты расчета сил на резах струга при попутном движении, $V_C=0,64$ м/с

Исходные данные для расчета сил на резах струга											
Порядковый номер реза в схеме	№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
а) Характеристики режима работы											
Толщина снимаемой стружки, мм	h_C	34									
б) Характеристики угольного массива											
Характеристика вязкости угля		<i>Хруп.</i>	<i>Хруп.</i>	<i>Хруп.</i>	<i>Хруп.</i>	<i>Хруп.</i>	<i>Хруп.</i>	<i>Хруп.</i>	<i>Хруп.</i>	<i>Хруп.</i>	<i>Хруп.</i>
Сопrotивляемость пласта резанию в неотжатой зоне, кН/м	A_P	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
Коэфф. сопротивления резанию	f'	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412
Коэфф. отношения отжимающей силы к силе разания	$k_{П}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Коэфф., учитыв. хрупко-пластические свойства угля	k_{Ψ}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэффициент ширины среза	$k_{Ш}$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэффициент отжима	k_{OT}	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
в) Параметры и характеристики схемы набора режущего инструмента											
Положение реза в схеме резания	$KEY1$	<i>H</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>B</i>
Ширина реза, мм	b_P	40	40	22	22	22	22	22	22	22	40
Площадь затупления реза, см ²	S_3	1,25	1,25	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,25
Угол установки реза, град	β	8,0	0,0	23,0	10,0	10,0	10,0	0,0	20,0	30,0	0,0
Ширина среза, мм	t_{CP}	40	91,5	87,5	72,5	66	81,5	109	122,5	97,5	97,5
Шаг установки реза, мм	$t_{Ш.У}$	20	90	93	82	63	69	94	124	121	74
Коэф. схемы резания	$k_{СХ.Р}$	1,17	1,17	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,17	1,17
Коэф. ослабления забоя схемой резания	$k_{OC.Р}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Коэф. одновременности работы резцов	k_{OD}	1	1	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	1
Коэф. влияния полож. реза на боковые силы	k_B	1	1	0,6	1	0,6	1	0,7	1	1	1
Коэф. влияния полож. реза на напр. боковых сил	$k_{СХ.Б}$	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Способ определения к-та затупления	$KEY2$	3	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	3
Коэф. обнажения забоя	$k_{O.З}$	1,25	0	0	0	0	0	0	0	0	1,15
Коэф. влияния угла резания	$k_{У}$	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Коэф. влияния толщ. стружки на боковые силы	k_h	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
Коэф. влияния формы реза на силы резания	$k_{Ф.Р}$	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Коэф. влияния формы реза на боковые силы	$k_{Ф.Б}$	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Координата $X (r)$ установки реза, мм	$X (r)$	1030	1096	1146	1200	1186	1232	1216	1240	1188	1124
Координата $Y (d)$ установки реза, мм	$Y (d)$	20	110	203	285	348	417	511	635	756	830
Координата $Z (l)$ установки реза, мм	$Z (l)$	1276	1225	1181	1166	1136	1125	1100	1095	1074	1062

Продолжение таблицы 5.17

Исходные данные для расчета сил на резцах струга											
Порядковый номер резца в схеме	<i>№</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>
а) Характеристики режима работы											
Толщина снимаемой стружки, мм	<i>h_c</i>	34									
б) Характеристики угольного массива											
Характеристика вязкости угля		<i>Пор.</i>	<i>Пор.</i>	<i>Пор.</i>	<i>Пор.</i>						
Сопrotивляемость пласта резанию в неотжатой зоне, кН/м	<i>A_p</i>	280	350	350	350						
Коэфф. сопротивления резанию	<i>f'</i>	0,05	0,05	0,05	0,05						
Коэфф. отношения отжимающей силы к силе разания	<i>k_П</i>	0,4	0,4	0,4	0,4						
Коэфф., учитыв. хрупко-пластические свойства угля	<i>k_ψ</i>	1,00	1,00	1,00	1,00						
Коэффициент ширины среза	<i>k_Ш</i>	1,00	1,00	1,00	1,00						
Коэффициент отжима	<i>k_{от}</i>	1,0	1,0	1,0	1,0						
в) Параметры и характеристики схемы набора режущего инструмента											
Положение резца в схеме резания	<i>КЕУ1</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>В</i>						
Ширина резца, мм	<i>b_p</i>	22	22	22	40						
Площадь затупления резца, см ²	<i>S_з</i>	1,00	1,00	1,00	1,50						
Угол установки резца, град	<i>β</i>	10,0	20,0	30,0	0,0						
Ширина среза, мм	<i>t_{ср}</i>	70,5	88,5	64,5	64,5						
Шаг установки резца, мм	<i>t_{ш.у}</i>	45	96	81	48						
Коэф. схемы резания	<i>k_{сх.р}</i>	1,07	1,07	1,17	1,17						
Коэф. ослабления забоя схемой резания	<i>k_{ос.р}</i>	1,00	1,00	1,00	1,00						
Коэф. одновременности работы резцов	<i>k_{од}</i>	1	1	1	1						
Коэф. влияния полож. резца на боковые силы	<i>k_б</i>	1	1	1	1						
Коэф. влияния полож. резца на напр. боковых сил	<i>k_{сх.б}</i>	1	1	1	1						
Способ определения к-та затупления	<i>КЕУ2</i>	<i>Р</i>	<i>Р</i>	<i>Р</i>	<i>3</i>						
Коэф. обнажения забоя	<i>k_{о.з}</i>	0	0	0	1,20						
Коэф. влияния угла резания	<i>k_у</i>	1,08	1,08	1,08	1,08						
Коэф. влияния толщ. стружки на боковые силы	<i>k_н</i>	1,40	1,40	1,40	1,40						
Коэф. влияния формы резца на силы резания	<i>k_{ф.р}</i>	0,93	0,93	0,93	0,93						
Коэф. влияния формы резца на боковые силы	<i>k_{ф.б}</i>	0,95	0,95	0,95	0,95						
Координата X (r) установки резца, мм	<i>X (r)</i>	1220	1220	1200	1136						
Координата Y (d) установки резца, мм	<i>Y (d)</i>	875	971	1052	1100						
Координата Z (l) установки резца, мм	<i>Z (l)</i>	320	308	283	248						

Таблица 5.18 – Исходные данные и результаты расчета усилия погрузки угля стругом

Исходные данные для расчета усилия погрузки угля стругом		Встречное $V_C=1,92$ м/с	Попутное $V_C=1,92$ м/с	Попутное $V_C=0,64$ м/с
Толщина снимаемой стружки, мм	h_C	45	39	34
Мощность пласта, мм	$H_{Пл}$	1120	1120	1120
Высота струга, мм	H_C	1120	1120	1120
Высота погрузки, мм	$H_{Пог}$	549	549	549
Ширина погрузочной поверхности, мм	$B_{Пог}$	290	290	290
Угол наклона погрузочной поверхности ниже высоты погрузки, град	α_1	65	65	65
Угол наклона погрузочной поверхности выше высоты погрузки, град	α_2	120	120	120
Угол погрузочной поверхности по отношению к забою, град.	ρ	60	60	60
Коэффициент режима работы струга	$k_{РАБ.}$	1,10	1,10	1,10
Плотность угля и породы (пласта) в целике средневзвешенная, кг/м ³	γ_C	1637	1637	1637
Прочность штабеля угля на сдвиг, Н/м ²	τ_0	27400	27400	27400
Угол естественного откоса разрыхленного угля, град.	ψ	50	50	50
Угол между плоскостью сдвига призмы выжима и почвой пласта, град.	θ	50,33	50,33	50,33
Коэффициент внутреннего трения угля	μ	0,85	0,85	0,85
Коэффициент трения движения угля по погрузочной поверхности	f_0	0,20	0,20	0,20
Коэффициент трения угля по уголю	f_1	0,40	0,40	0,40
Коэффициент разрыхления угля (пласта)	$k_{РАЗР.}$	1,45	1,45	1,45
Коэффициент, учитывающий углы наклона погрузочных поверхностей	$k_{\alpha,\rho}$	1,55	1,55	1,55
Результаты расчета усилия погрузки угля стругом		Встречное $V_C=1,92$ м/с	Попутное $V_C=1,92$ м/с	Попутное $V_C=0,64$ м/с
Минимально необходимая высота струга из условия полной погрузки, мм	$H_{С.МИН}$	895	895	895
Усилие погрузки угля стругом, Н	$R_{Пог.}$	17534	17351	17198

Таблица 5.19 – Исходные данные и результаты расчета сил трения в опорах струга

Исходные данные для расчета сил трения в опорах струга		
Масса струга, кг	m_c	4270
Расстояние между опорами струга на направляющие максимальное, мм	$l_{c_{max}}$	2960
Расстояние между соседними гидроцилиндрами системы подачи, мм	l_{ψ}	3500
Длина рештака стругового конвейера, мм	l_p	1750
Координаты точек приложения сил по оси OX , мм:		
силы подачи струга на забой	x_{cn}	506
веса струга	x_c	910
силы погрузки угля стругом	x_n	950
тягового усилия в цепи струга	x_m	542
Координаты точек приложения сил по оси OY , мм:		
силы подачи струга на забой	y_{cn}	210
веса струга	y_c	485
силы погрузки угля стругом	y_n	430
тягового усилия в цепи струга	y_m	158
Координаты точек приложения сил по оси OZ , мм:		
веса струга	z_c	0
тягового усилия в цепи струга	z_m	1740
Координаты опорных точек струга на направляющих, мм:		
по оси OX	x_1	621
	x_2	752
	x_3	705
	x_4	516
	x_5	474
	x_6	447
по оси OY	y_1	184
	y_2	60
	y_3	160
	y_4	510
	y_5	549
	y_6	510
по оси OZ :		
в направлении движения струга	z'_1	1480
	z'_2	1480
	z'_3	1480
	z'_4	1330
	z'_5	1330
	z'_6	1330

Продолжение таблицы 5.19

в направлении противоположном направлению движения струга	z_1''	-1480		
	z_2''	-1480		
	z_3''	-1480		
	z_4''	-1330		
	z_5''	-1330		
	z_6''	-1330		
Углы, между координатными осями и направлением реакций в опорах струга, град.	φ_1	0		
	φ_2	8		
	φ_3	-10		
	φ_4	0		
	φ_5	0		
	φ_6	0		
Коэффициент трения корпуса струга о направляющие	μ_5	0,25		
Количество рештаков, на направляющие которых опирается струг, шт.	$k_{реш.}$	2		
Коэффициент запаса усилия системы подачи	$k_{зан}$	1,25		
Угол наклона пласта при работе по падению (восстанию), град.	$\alpha_{нв}$	-3		
Результаты расчета сил трения в опорах струга				
	Встречное $V_C=1,92$ м/с	Попутное $V_C=1,92$ м/с	Попутное $V_C=0,64$ м/с	
Сила трения в опорах струга, Н	Топ.	123025	123104	105225

Таблица 5.20 – Исходные данные и результаты расчета среднего необходимого и допустимых по параметрам электродвигателей значений тягового усилия в цепи струга*

Исходные данные для расчета среднего необходимого и допустимых по параметрам электродвигателей значений тягового усилия		Встречное $V_C=1,92$ м/с	Попутное $V_C=1,92$ м/с	Попутное $V_C=0,64$ м/с
Скорость струга, м/с	V_c	1,92	1,92	0,64
Длина струговой установки, м	L_c	310	310	310
Масса 1 п.м тяговой цепи струга, кг/м	q_c	27,6	27,6	27,6
Угол наклона пласта при работе по падению, град.	α	2	2	2
Коэффициент сопротивления перемещению цепи струга	$W_{\text{ц}}$	0,3	0,3	0,3
Коэффициент влияния скорости струга	k_v	0,85	1,0	1,0
Коэффициент влияния искривления забойного конвейера	k_u	1,07	1,07	1,07
Номинальная мощность электродвигателя, кВт	P_n	400	400	135
Номинальная частота вращения ротора, об./мин.	$n_{\text{ном}}$	1486	1486	492
Радиус начальной окружности звезды привода струга, мм	$R_{з.с}$	258	258	258
Передаточное отношение привода струга	$U_{p.c}$	20,946	20,946	20,946
К. п. д. механической передачи привода струга (0,9×0,85)	η_m	0,765	0,765	0,765
Результаты расчета среднего необходимого и допустимых по параметрам электродвигателей значений тягового усилия		Встречное $V_C=1,92$ м/с	Попутное $V_C=1,92$ м/с	Попутное $V_C=0,64$ м/с
<i>Толщина стружки, мм</i>	h_c	45	39	34
<i>Необходимое тяговое усилие на звезде струга, Н</i>	$F_{\text{ТЯГ}}$	308483	308464	303716
<i>Допустимое значение тягового усилия на звезде струга, Н</i>				
<i>по установленной мощности электродвигателей</i>	$[F_T]_N$	308516	308516	304201
<i>по тепловому режиму работы электродвигателей</i>	$[F_T]_t$	н/д	н/д	н/д
<i>по устойчивому моменту электродвигателей</i>	$[F_T]_M$	н/д	н/д	н/д

* Ввиду различий в номенклатуре параметров, включаемых в состав технических характеристик электродвигателей в России и Германии, выполнить расчет допустимого тягового усилия по тепловому режиму работы и устойчивому моменту электродвигателя не представляется возможным, поэтому отсутствующие данные из таблицы исключены

Продолжение таблицы 5.21

Плотность угля в целике, кг/м ³	$\gamma_{\text{У}}$	1350,0	1350,0	1350,0	1350,0	1350,0	1350,0
Плотность породы, кг/м ³	$\gamma_{\text{П}}$	2540,0	2540,0	2540,0	2540,0	2540,0	2540,0
Насыпной удельный вес груза, кг/м ³		1251,0	1251,0	1251,0	1251,0	1251,0	1251,0
Масса 1 п.м насыпного груза, кг/м	$q_{\text{Г}}$	400,32	400,32	400,32	400,32	400,32	400,32
Коэффициент сопротивления перемещению тягового органа грузовой ветви	$f_{\text{Г}}$	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Коэффициент сопротивления перемещению тягового органа порожней ветви	$f_{\text{П}}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Коэффициент сопротивления перемещению груза	w	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Коэффициент сопротивления перемещению тягового органа грузовой ветви из состояния покоя	$f_{\text{Г.П}}$	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Коэффициент сопротивления перемещению тягового органа порожней ветви из состояния покоя	$f_{\text{П.П}}$	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Коэффициент сопротивления перемещению груза из состояния покоя	$w_{\text{П}}$	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Коэффициент неодновременности реализации статического тягового усилия	k_{Σ}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Разрушающая нагрузка тяговой цепи, кН	$P_{\text{Раз.}}$	1450,0	1450,0	1450,0	1450,0	1450,0	1450,0
Коэффициент неравномерности нагружения цепей в рабочем режиме	$k_{\text{Н.Р}}$	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Коэффициент запаса прочности тягового органа	$k_{\text{Л}}$	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Коэффициент перегрузки привода при пуске	$k_{\text{П}}$	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Коэффициент, учитывающий изгибы в плоскости пласта	$k_{\text{И.Г}}$	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080
Коэффициент, учитывающий изгибы в вертикальной плоскости на порожней ветви	$\psi_{\text{П}}$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэффициент, учитывающий изгибы в вертикальной плоскости на грузовой ветви	$\psi_{\text{Г}}$	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Номинальная частота вращения электродвигателя, об/мин	$n_{\text{Н}}$	1485,0	1485,0	1485,0	1485,0	1485,0	742,0

Продолжение таблицы 5.21

Передаточное число редуктора привода конвейера	$U_{P.K}$	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382	33,382
Число зубьев звездочки конвейера, шт.	$N_{з.к}$	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Диаметр звезды привода конвейера, м	$D_{з.к}$	0,562	0,562	0,562	0,562	0,562	0,562
К. п. д. приводного блока	η	0,792	0,792	0,792	0,792	0,792	0,792
Коэффициент падения напряжения в питающей электросети при пуске электродвигателя привода конвейера	$k_{П.Н}$	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Результаты расчета тяговых параметров стругового конвейера		Встречное	Попутное	Опер. I-1 $h_B=h_{П}$	Опер. I-2 $h_B>h_{П}$	Опер. I-3 $h_B>h_{П}$	Опер. II-3 $h_B>h_{П}$
<i>Сила сопротивления перемещению грузовой ветви тягового органа конвейера, кН</i>							
<i>при фактической загрузке конвейера</i>	$F_{ГР.факт}$	307,5	311,2	307,5	314,7	276,9	322,6
<i>при максимальной загрузке конвейера</i>	$F_{ГР.мах}$	328,2	331,9	328,2	335,4	297,6	343,3
<i>Сила сопротивления перемещению порожней ветви тягового органа конвейера, кН</i>							
	$F_{ПОР}$	131,1	131,1	131,1	131,1	131,1	131,1
<i>Необходимая мощность привода грузовой ветви конвейера, кВт</i>							
<i>при фактической загрузке конвейера</i>	$N_{ГР.факт}$	508,7	514,8	508,7	520,5	458,0	266,6
<i>при максимальной загрузке конвейера</i>	$N_{ГР.мах}$	542,9	549,0	542,9	554,7	492,2	283,7
<i>Необходимая мощность привода порожней ветви конвейера, кВт</i>							
	$N_{ПОР}$	216,8	216,8	216,8	216,8	216,8	108,3
<i>Необходимая суммарная мощность приводов конвейера, кВт</i>							
<i>при фактической загрузке конвейера</i>	$N_{\Sigma.факт}$	780,1	786,7	853,5	867,4	793,9	441,1
<i>при максимальной загрузке конвейера</i>	$N_{\Sigma.мах}$	816,9	823,5	893,8	907,7	834,2	461,2
<i>Допустимая мощность единичного привода конвейера по прочности тяговой цепи, кВт</i>							
	$N_{ДОП}$	825,2	825,2	902,9	902,9	902,9	451,2
<i>Необходимый пусковой момент привода грузовой ветви конвейера, Нм</i>							
<i>при фактической загрузке конвейера</i>	$M_{П.ГР.факт}$	3179,2	3232,1	3179,2	3281,5	2739,9	2190,3
<i>при максимальной загрузке конвейера</i>	$M_{П.ГР.мах}$	3244,0	3296,8	3244,0	3346,3	2804,7	2255,1

5.3.3 Рекомендуемый (после модернизации) вариант работы струговой установки GH 5.7N/9-38ve

Условия работы струговой установки: вынимаемая стругом мощность пласта $H_{III} = H_C = 1,12$ м (вариант 2) или $H_{III} = H_C = 1,0...1,02$ м (вариант 3); мощность угольной пачки по лаве $H_Y = 0,85$ м; крепость пород строгаемой «ложной» кровли $f = 3$ (эквивалентная сопротивляемость резанию 280 кН/м), крепость пород строгаемой непосредственной кровли $f = 4$ (эквивалентная сопротивляемость резанию 350 кН/м); дополнительное обрушение вслед за проходом струга на толщину стружки слоя пород непосредственной кровли высотой до 10% от вынимаемой мощности пласта.

Режимные параметры работы струговой установки: опережающий режим работы – высокая скорость конвейера $V_K = 0,97$ м/с (передаточное число редуктора $U_{P.K} = 44,494$), высокая скорость струга $V_C = 1,92$ м/с при движении в обоих направлениях; площадь загрузочного сечения: $F_K = 0,32$ м² (вариант 2) – при вынимаемой стругом мощность пласта $H_{III} = 1,12$ м, $F_K = 0,25$ м² (варианты 3-1 и 3-2) – при демонтированных дополнительных бортах, $F_K = 0,29$ м² (варианты 3-3 и 3-4) – при укороченных дополнительных бортах.

Результаты расчетов: таблицы 5.22 – 5.27.

Выводы по результатам расчётов рекомендуемого (после модернизации) варианта работы струговой установки GH 5.7N/9-38ve:

1) Суммарная мощность приводов струга $N_{\Sigma C} = 2 \times 400 / 135$ кВт обеспечивает при вынимаемой мощности пласта $H_{III} = 1,0...1,02$ м устойчивую работу струга на высокой скорости движения $V_{C.B} = 1,92$ м/с со стружками толщиной до $h_B = 58$ мм при встречном движении струга (вверх) и до $h_{II} = 50$ мм при попутном движении струга (вниз) (таблица 5.26).

2) При высокой скорости движения конвейера $V_K = 0,97$ м/с возможны опережающие режимы работы струговой установки со стружками: $h_B = h_{II} = 45$ мм (Вариант 3-1) или $h_{II} = 40$ мм, $h_B = 50$ мм (Вариант 3-2) – при демонтированных дополнительных бортах; $h_B = h_{II} = 50$ мм (Вариант 3-3),

$h_{II} = 45$ мм, $h_B = 55$ мм (Вариант 3-4) – при укороченных дополнительных бортах (таблица 5.27).

3) Суммарная необходимая мощность приводов конвейера при работе в опережающих режимах по п.2 не превосходит величины $N_{\Sigma K.факт} = 742,9$ кВт, что существенно ниже установленной мощности $N_{\Sigma K} = 2 \times 400 / 200$ кВт и свидетельствует о гарантированной возможности их реализации (таблица 5.27).

4) Работа струговой установки с рекомендуемыми параметрами при реально достижимом среднем коэффициенте машинного времени струга $k_M = 0,30 \dots 0,32$ позволит обеспечить среднесуточную нагрузку на лаву по угольной пачке $Q_{сут} = 1930 - 2050$ т/сут. – при демонтированных дополнительных бортах и $Q_{сут} = 2140 - 2280$ т/сут. – при укороченных дополнительных бортах. Увеличение нагрузки в сравнении с максимально возможной нагрузкой при фактическом (установившемся) варианте работы струговой установки GH 5.7N/9-38ve составляет 50-67%.

5) При изменении соотношения скоростей струга и конвейера без снижения мощности отсекаемых пород кровли (вариант 2) возможна реализация опережающего режима работы со стружками $h_B = 40$ мм, $h_{II} = 30$ мм, при этом суммарная необходимая мощность приводов конвейера может достигать величины $N_{\Sigma K.факт} = 674,5$ кВт (таблица 5.27). Вместе с тем, работа в таком режиме позволит увеличить нагрузку на очистной забой только на 17%.

Таблица 5.22 – Исходные данные и результаты расчета сил на резцах струга при встречном движении (вверх), $V_C=1,92$ м/с

Исходные данные для расчета сил на резцах струга											
Порядковый номер резца в схеме	<i>№</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
а) Характеристики режима работы											
Толщина снимаемой стружки, мм	<i>h_с</i>	58									
б) Характеристики угольного массива											
Характеристика вязкости угля		220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
Сопrotивляемость пласта резанию в неотжатой зоне, кН/м	<i>A_p</i>	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412
Коэфф. сопротивления резанию	<i>f'</i>	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Коэфф. отношения отжимающей силы к силе разания	<i>k_п</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэфф., учитыв. хрупко-пластические свойства угля	<i>k_ψ</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэффициент ширины среза	<i>k_ш</i>	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Коэффициент отжима	<i>k_{от}</i>	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
в) Параметры и характеристики схемы набора режущего инструмента											
Положение резца в схеме резания	<i>КЕУ1</i>	<i>H</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>B</i>
Ширина резца, мм	<i>b_p</i>	40	40	22	22	22	22	22	22	22	40
Площадь затупления резца, см ²	<i>S_з</i>	1,25	1,25	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,25
Угол установки резца, град	<i>β</i>	8,0	0,0	23,0	10,0	10,0	10,0	0,0	20,0	30,0	0,0
Ширина среза, мм	<i>t_{ср}</i>	40	80	84	73	59	76	110,5	103,5	67,5	67,5
Шаг установки резца, мм	<i>t_{ш.у}</i>	20	75	85	83	63	55	97	124	83	52
Коэф. схемы резания	<i>k_{сх.р}</i>	1,17	1,17	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,17	1,17
Коэф. ослабления забоя схемой резания	<i>k_{ос.р}</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Коэф. одновременности работы резцов	<i>k_{од}</i>	1	1	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	1
Коэф. влияния полож. резца на боковые силы	<i>k_б</i>	1	1	0,6	1	0,6	1	0,7	1	1	1
Коэф. влияния полож. резца на напр. боковых сил	<i>k_{сх.б}</i>	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Способ определения к-та затупления	<i>КЕУ2</i>	3	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	3
Коэф. обнажения забоя	<i>k_{о.з}</i>	1,25	0	0	0	0	0	0	0	0	1,15
Коэф. влияния угла резания	<i>k_у</i>	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Коэф. влияния толщ. стружки на боковые силы	<i>k_h</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэф. влияния формы резца на силы резания	<i>k_{ф.р}</i>	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Коэф. влияния формы резца на боковые силы	<i>k_{ф.б}</i>	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Координата <i>X (r)</i> установки резца, мм	<i>X (r)</i>	1030	1096	1146	1200	1186	1232	1216	1240	1188	1124
Координата <i>Y (d)</i> установки резца, мм	<i>Y (d)</i>	20	95	180	263	326	381	478	602	685	737
Координата <i>Z (l)</i> установки резца, мм	<i>Z (l)</i>	1276	1225	1181	1166	1136	1125	1100	1095	1074	1062

Продолжение таблицы 5.22

Исходные данные для расчета сил на резцах струга											
Порядковый номер резца в схеме	<i>№</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>
а) Характеристики режима работы											
Толщина снимаемой стружки, мм	<i>h_с</i>	58									
б) Характеристики угольного массива											
Характеристика вязкости угля		220	280	350	350						
Сопrotивляемость пласта резанию в неотжатой зоне, кН/м	<i>A_p</i>	0,412	0,05	0,05	0,05						
Коэфф. сопротивления резанию	<i>f</i>	0,4	0,4	0,4	0,4						
Коэфф. отношения отжимающей силы к силе разания	<i>k_п</i>	1,00	1,00	1,00	1,00						
Коэфф., учитыв. хрупко-пластические свойства угля	<i>k_у</i>	1,00	1,00	1,00	1,00						
Коэффициент ширины среза	<i>k_ш</i>	0,45	1,0	1,0	1,0						
Коэффициент отжима	<i>k_{от}</i>	220	280	350	350						
в) Параметры и характеристики схемы набора режущего инструмента											
Положение резца в схеме резания	<i>КЕУ1</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>В</i>						
Ширина резца, мм	<i>b_p</i>	22	22	22	40						
Площадь затупления резца, см ²	<i>S_з</i>	0,75	1,00	1,00	1,50						
Угол установки резца, град	<i>β</i>	10,0	20,0	30,0	0,0						
Ширина среза, мм	<i>t_{ср}</i>	58	89	63,5	55						
Шаг установки резца, мм	<i>t_{ш.у}</i>	19	97	81	81						
Коэф. схемы резания	<i>k_{сх.р}</i>	1,07	1,07	1,07	1,17						
Коэф. ослабления забоя схемой резания	<i>k_{ос.р}</i>	1	1,00	0,80	0,80						
Коэф. одновременности работы резцов	<i>k_{од}</i>	1	1	1	1						
Коэф. влияния полож. резца на боковые силы	<i>k_б</i>	1	1	1	1						
Коэф. влияния полож. резца на напр. боковых сил	<i>k_{сх.б}</i>	1	1	1	1						
Способ определения к-та затупления	<i>КЕУ2</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>3</i>						
Коэф. обнажения забоя	<i>k_{о.з}</i>	0	0	0	1,20						
Коэф. влияния угла резания	<i>k_у</i>	1,08	1,08	1,08	1,08						
Коэф. влияния толщ. стружки на боковые силы	<i>k_н</i>	1,00	1,00	1,00	1,00						
Коэф. влияния формы резца на силы резания	<i>k_{ф.р}</i>	0,93	0,93	0,93	0,93						
Коэф. влияния формы резца на боковые силы	<i>k_{ф.б}</i>	0,95	0,95	0,95	0,95						
Координата X (r) установки резца, мм	<i>X (r)</i>	1220	1220	1220	1136						
Координата Y (d) установки резца, мм	<i>Y (d)</i>	756	853	934	980						
Координата Z (l) установки резца, мм	<i>Z (l)</i>	320	308	283	248						

Таблица 5.23 – Исходные данные и результаты расчета сил на резах струга при попутном движении (вниз), $V_C=1,92$ м/с

Исходные данные для расчета сил на резах струга											
Порядковый номер реза в схеме	<i>№</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
а) Характеристики режима работы											
Толщина снимаемой стружки, мм	<i>h_с</i>	50									
б) Характеристики угольного массива											
Характеристика вязкости угля		220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
Сопrotивляемость пласта резанию в неотжатой зоне, кН/м	<i>A_p</i>	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412	0,412
Коэфф. сопротивления резанию	<i>f'</i>	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Коэфф. отношения отжимающей силы к силе разания	<i>k_п</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэфф., учитыв. хрупко-пластические свойства угля	<i>k_ψ</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэффициент ширины среза	<i>k_ш</i>	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Коэффициент отжима	<i>k_{от}</i>	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
в) Параметры и характеристики схемы набора режущего инструмента											
Положение реза в схеме резания	<i>КЕУ1</i>	<i>H</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>B</i>
Ширина реза, мм	<i>b_p</i>	40	40	22	22	22	22	22	22	22	40
Площадь затупления реза, см ²	<i>S_з</i>	1,25	1,25	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,25
Угол установки реза, град	<i>β</i>	8,0	0,0	23,0	10,0	10,0	10,0	0,0	20,0	30,0	0,0
Ширина среза, мм	<i>t_{ср}</i>	40	80	84	73	59	76	110,5	103,5	67,5	67,5
Шаг установки реза, мм	<i>t_{ш.у}</i>	20	75	85	83	63	55	97	124	83	52
Коэф. схемы резания	<i>k_{сх.р}</i>	1,17	1,17	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,17	1,17
Коэф. ослабления забоя схемой резания	<i>k_{ос.р}</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Коэф. одновременности работы резцов	<i>k_{од}</i>	1	1	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	1
Коэф. влияния полож. реза на боковые силы	<i>k_б</i>	1	1	0,6	1	0,6	1	0,7	1	1	1
Коэф. влияния полож. реза на напр. боковых сил	<i>k_{сх.б}</i>	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Способ определения к-та затупления	<i>КЕУ2</i>	3	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	3
Коэф. обнажения забоя	<i>k_{о.з}</i>	1,25	0	0	0	0	0	0	0	0	1,15
Коэф. влияния угла резания	<i>k_у</i>	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Коэф. влияния толщ. стружки на боковые силы	<i>k_h</i>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэф. влияния формы реза на силы резания	<i>k_{ф.р}</i>	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Коэф. влияния формы реза на боковые силы	<i>k_{ф.б}</i>	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Координата <i>X (r)</i> установки реза, мм	<i>X (r)</i>	1030	1096	1146	1200	1186	1232	1216	1240	1188	1124
Координата <i>Y (d)</i> установки реза, мм	<i>Y (d)</i>	20	95	180	263	326	381	478	602	685	737
Координата <i>Z (l)</i> установки реза, мм	<i>Z (l)</i>	1276	1225	1181	1166	1136	1125	1100	1095	1074	1062

Продолжение таблицы 5.23

Исходные данные для расчета сил на резцах струга											
Порядковый номер резца в схеме	<i>№</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>
а) Характеристики режима работы											
Толщина снимаемой стружки, мм	<i>h_с</i>	50									
б) Характеристики угольного массива											
Характеристика вязкости угля		220	280	350	350						
Сопrotивляемость пласта резанию в неотжатой зоне, кН/м	<i>A_p</i>	0,412	0,05	0,05	0,05						
Коэфф. сопротивления резанию	<i>f</i>	0,4	0,4	0,4	0,4						
Коэфф. отношения отжимающей силы к силе разания	<i>k_п</i>	1,00	1,00	1,00	1,00						
Коэфф., учитыв. хрупко-пластические свойства угля	<i>k_у</i>	1,00	1,00	1,00	1,00						
Коэффициент ширины среза	<i>k_ш</i>	0,45	1,0	1,0	1,0						
Коэффициент отжима	<i>k_{от}</i>	220	280	350	350						
в) Параметры и характеристики схемы набора режущего инструмента											
Положение резца в схеме резания	<i>КЕУ1</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>ЛС</i>	<i>В</i>						
Ширина резца, мм	<i>b_p</i>	22	22	22	40						
Площадь затупления резца, см ²	<i>S_з</i>	0,75	1,00	1,00	1,50						
Угол установки резца, град	<i>β</i>	10,0	20,0	30,0	0,0						
Ширина среза, мм	<i>t_{ср}</i>	58	89	63,5	55						
Шаг установки резца, мм	<i>t_{ш.у}</i>	19	97	81	81						
Коэф. схемы резания	<i>k_{сх.р}</i>	1,07	1,07	1,07	1,17						
Коэф. ослабления забоя схемой резания	<i>k_{ос.р}</i>	1	1,00	1,00	1,00						
Коэф. одновременности работы резцов	<i>k_{од}</i>	1	1	1	1						
Коэф. влияния полож. резца на боковые силы	<i>k_б</i>	1	1	1	1						
Коэф. влияния полож. резца на напр. боковых сил	<i>k_{сх.б}</i>	1	1	1	1						
Способ определения к-та затупления	<i>КЕУ2</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>3</i>						
Коэф. обнажения забоя	<i>k_{о.з}</i>	0	0	0	1,20						
Коэф. влияния угла резания	<i>k_у</i>	1,08	1,08	1,08	1,08						
Коэф. влияния толщ. стружки на боковые силы	<i>k_н</i>	1,00	1,00	1,00	1,00						
Коэф. влияния формы резца на силы резания	<i>k_{ф.р}</i>	0,93	0,93	0,93	0,93						
Коэф. влияния формы резца на боковые силы	<i>k_{ф.б}</i>	0,95	0,95	0,95	0,95						
Координата X (r) установки резца, мм	<i>X (r)</i>	1220	1220	1220	1136						
Координата Y (d) установки резца, мм	<i>Y (d)</i>	756	853	934	980						
Координата Z (l) установки резца, мм	<i>Z (l)</i>	320	308	283	248						

Таблица 5.24 – Исходные данные и результаты расчета усилия погрузки угля стругом

Исходные данные для расчета усилия погрузки угля стругом		Встречное	Попутное
Толщина снимаемой стружки, мм	h_c	58	50
Мощность пласта, мм	$H_{пл}$	1000	1000
Высота струга, мм	H_c	1000	1000
Высота погрузки, мм	$H_{пог}$	549	549
Ширина погрузочной поверхности, мм	$B_{пог}$	290	290
Угол наклона погрузочной поверхности ниже высоты погрузки, град	α_1	65	65
Угол наклона погрузочной поверхности выше высоты погрузки, град	α_2	120	120
Угол погрузочной поверхности по отношению к забою, град.	ρ	60	60
Коэффициент режима работы струга	$k_{РАБ.}$	1,10	1,10
Плотность угля (пласта) в целике, кг/м ³	$\gamma_{ц}$	1529	1529
Прочность штабеля угля на сдвиг, Н/м ²	τ_0	27400	27400
Угол естественного откоса разрыхленного угля, град.	ψ	50	50
Угол между плоскостью сдвига призмы выжима и почвой пласта, град.	θ	50,33	50,33
Коэффициент внутреннего трения угля	μ	0,85	0,85
Коэффициент трения движения угля по погрузочной поверхности	f_0	0,20	0,20
Коэффициент трения угля по углю	f_1	0,40	0,40
Коэффициент разрыхления угля (пласта)	$k_{РАЗР.}$	1,45	1,45
Коэффициент, учитывающий углы наклона погрузочных поверхностей	$k_{\alpha,\rho}$	1,55	1,55
Результаты расчета усилия погрузки угля стругом		Встречное	Попутное
Минимально необходимая высота струга из условия полной погрузки, мм	$H_{с.мин}$	895	895
Усилие погрузки угля стругом, Н	$R_{пог.}$	17711	17497

Таблица 5.25 – Исходные данные и результаты расчета сил трения в опорах струга

Исходные данные для расчета сил трения в опорах струга		
Масса струга, кг	m_c	4270
Расстояние между опорами струга на направляющие максимальное, мм	$l_{c_{max}}$	2960
Расстояние между соседними гидроцилиндрами системы подачи, мм	l_{ψ}	3500
Длина рештака стругового конвейера, мм	l_p	1750
Координаты точек приложения сил по оси OX , мм:		
силы подачи струга на забой	x_{cn}	506
веса струга	x_c	910
силы погрузки угля стругом	x_n	950
тягового усилия в цепи струга	x_m	542
Координаты точек приложения сил по оси OY , мм:		
силы подачи струга на забой	y_{cn}	210
веса струга	y_c	485
силы погрузки угля стругом	y_n	430
тягового усилия в цепи струга	y_m	158
Координаты точек приложения сил по оси OZ , мм:		
веса струга	z_c	0
тягового усилия в цепи струга	z_m	1740
Координаты опорных точек струга на направляющих, мм:		
по оси OX	x_1	621
	x_2	752
	x_3	705
	x_4	516
	x_5	474
	x_6	447
по оси OY	y_1	184
	y_2	60
	y_3	160
	y_4	510
	y_5	549
	y_6	510
по оси OZ :		
в направлении движения струга	z'_1	1480
	z'_2	1480
	z'_3	1480
	z'_4	1330
	z'_5	1330
	z'_6	1330

Продолжение таблицы 5.25

в направлении противоположном направлению движения струга	z_1''	-1480	
	z_2''	-1480	
	z_3''	-1480	
	z_4''	-1330	
	z_5''	-1330	
	z_6''	-1330	
Углы, между координатными осями и направлением реакций в	φ_1	0	
опорах струга, град.	φ_2	8	
	φ_3	-10	
	φ_4	0	
	φ_5	0	
	φ_6	0	
Коэффициент трения корпуса струга о направляющие	μ_5	0,25	
Количество раштаков, на направляющие которых опирается струг, шт.	$k_{реш.}$	2	
Коэффициент запаса усилия системы подачи	$k_{зан}$	1,25	
Угол наклона пласта при работе по падению (восстанию), град.	$\alpha_{пв}$	-3	
Результаты расчета сил трения в опорах струга		Встреч- ное	Попут- ное
<i>Сила трения в опорах струга, Н</i>	<i>Топ.</i>	117332	115883

Таблица 5.26 – Исходные данные и результаты расчета среднего необходимого и допустимых по параметрам электродвигателей значений тягового усилия в цепи струга *

Исходные данные для расчета среднего необходимого и допустимых по параметрам электродвигателей значений тягового усилия		Встречное	Попутное
Скорость струга, м/с	V_c	1,92	1,92
Длина струговой установки, м	L_c	310	310
Масса 1 п.м тяговой цепи струга, кг/м	q_c	27,6	27,6
Угол наклона пласта при работе по падению, град.	α	2	2
Коэффициент сопротивления перемещению цепи струга	$W_{\text{ц}}$	0,3	0,3
Коэффициент влияния скорости струга	k_v	0,85	0,85
Коэффициент влияния искривления забойного конвейера	k_u	1,07	1,07
Номинальная мощность электродвигателя, кВт	P_n	400	135
Номинальная частота вращения ротора, об./мин.	$n_{\text{ном}}$	1486	1486
Радиус начальной окружности звезды привода струга, мм	$R_{\text{з.с}}$	258	258
Передаточное отношение привода струга	$U_{\text{р.с}}$	20,946	20,946
К. п. д. механической передачи привода струга (0,9×0,85)	η_m	0,765	0,765
Результаты расчета среднего необходимого и допустимых по параметрам электродвигателей значений тягового усилия		Встречное	Попутное
<i>Толщина стружки, мм</i>	h_c	58	50
<i>Необходимое тяговое усилие на звезде струга, Н</i>	$F_{\text{ТЯГ}}$	308273	305117
<i>Допустимое значение тягового усилия на звезде струга, Н</i>			
<i>по установленной мощности электродвигателей</i>	$[F_T]_N$	308516	306624
<i>по тепловому режиму работы электродвигателей</i>	$[F_T]_t$	н/д	н/д
<i>по устойчивому моменту электродвигателей</i>	$[F_T]_M$	н/д	н/д

* Ввиду различий в номенклатуре параметров, включаемых в состав технических характеристик электродвигателей в России и Германии, выполнить расчет допустимого тягового усилия по тепловому режиму работы и устойчивому моменту электродвигателя не представляется возможным, поэтому отсутствующие данные из таблицы исключены

Таблица 5.27 – Исходные данные и результаты расчета режимных и тяговых параметров стругового конвейера

Исходные данные для расчета режимных и тяговых параметров стругового конвейера		Вар. 2	Вар. 3-1 $h_B=h_{П}$	Вар. 3-2 $h_B>h_{П}$	Вар. 3-3 $h_B=h_{П}$	Вар. 3-4 $h_B>h_{П}$
Площадь загрузочного сечения конвейера, м ²	F_K	0,32	0,25	0,25	0,29	0,29
Мощность угольного пласта (пачки), м	H_U	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Коэффициент разрыхления угля	ψ_U	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Мощность присекаемой породы, м	$H_{Пор}$	0,27	0,15	0,15	0,15	0,15
Коэффициент разрыхления породы	$\psi_{Пор}$	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Доля пород, обрушающихся из кровли, %	$\Delta H_{Пор}$	10	10	10	10	10
Скорость движения струга, м/с:						
при встречном движении	$V_{С.В}$	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92
при попутном движении	$V_{С.П}$	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92
Скорость движения конвейера, м/с	V_K	0,97	0,88	0,88	0,88	0,88
Соотношение толщин стружек при встречном и попутном движении (для опережающего режима)	λ	1,333	1,000	1,250	1,000	1,222
Результаты расчета режимных параметров стругового конвейера		Вар. 2	Вар. 3-1 $h_B=h_{П}$	Вар. 3-2 $h_B>h_{П}$	Вар. 3-3 $h_B=h_{П}$	Вар. 3-4 $h_B>h_{П}$
Допустимая толщина стружки, м	$[h_K]$	0,048	0,049	0,044	0,057	0,052
Коэффициент загрузки конвейера по длине лавы номинальный	$k_{F.ном}$	0,378	0,427	0,412	0,427	0,414
Фактическая толщина стружки, м:						
при встречном движении (по резанию)	h_B	0,040	0,045	0,050	0,050	0,055
при попутном движении (по резанию)	$h_{П}$	0,030	0,045	0,040	0,050	0,045
Коэффициент заполнения сечения конвейера фактический	Ψ	0,624	0,919	0,904	0,880	0,867
Коэффициент загрузки конвейера по длине лавы фактический	$k_{F.факт}$	0,236	0,392	0,372	0,376	0,359
Коэффициент загрузки конвейера по длине лавы максимальный	$k_{F.мах}$	0,266	0,422	0,402	0,406	0,389
Угол наклона пласта по падению, град.	α	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Длина конвейера, м	L_K	310,00	310,00	310,00	310,00	310,00
Масса 1 п.м тягового органа, кг/м	q_K	91,40	91,40	91,40	91,40	91,40

Продолжение таблицы 5.27

Плотность угля в целике, кг/м ³	$\gamma_{\text{У}}$	1350,0	1350,0	1350,0	1350,0	1350,0
Плотность породы, кг/м ³	$\gamma_{\text{П}}$	2540,0	2540,0	2540,0	2540,0	2540,0
Насыпной удельный вес груза, кг/м ³		1251,0	1157,3	1157,3	1157,3	1157,3
Масса 1 п.м насыпного груза, кг/м	$q_{\text{Г}}$	400,32	289,32	289,32	335,61	335,61
Коэффициент сопротивления перемещению тягового органа груженой ветви	$f_{\text{Г}}$	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Коэффициент сопротивления перемещению тягового органа порожней ветви	$f_{\text{П}}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Коэффициент сопротивления перемещению груза	w	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Коэффициент сопротивления перемещению тягового органа груженой ветви из состояния покоя	$f_{\text{Г.П}}$	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Коэффициент сопротивления перемещению тягового органа порожней ветви из состояния покоя	$f_{\text{П.П}}$	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Коэффициент сопротивления перемещению груза из состояния покоя	$w_{\text{П}}$	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Коэффициент неодновременности реализации статического тягового усилия	k_{Σ}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Разрушающая нагрузка тяговой цепи, кН	$P_{\text{Раз.}}$	1450,0	1450,0	1450,0	1450,0	1450,0
Коэффициент неравномерности нагружения цепей в рабочем режиме	$k_{\text{Н.Р}}$	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Коэффициент запаса прочности тягового органа	$k_{\text{Л}}$	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Коэффициент перегрузки привода при пуске	$k_{\text{П}}$	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Коэффициент, учитывающий изгибы в плоскости пласта	$k_{\text{И.Г}}$	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080
Коэффициент, учитывающий изгибы в вертикальной плоскости на порожней ветви	$\psi_{\text{П}}$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Коэффициент, учитывающий изгибы в вертикальной плоскости на груженой ветви	$\psi_{\text{Г}}$	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Номинальная частота вращения электродвигателя, об/мин	$n_{\text{Н}}$	1485,0	1485,0	1485,0	1485,0	1485,0

Продолжение таблицы 5.27

Передаточное число редуктора привода конвейера	$U_{P.K}$	44,944	44,944	44,944	44,944	44,944
Число зубьев звездочки конвейера, шт.	$N_{з.к}$	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Диаметр звезды привода конвейера, м	$D_{з.к}$	0,562	0,562	0,562	0,562	0,562
К. п. д. приводного блока	η	0,792	0,792	0,792	0,792	0,792
Коэффициент падения напряжения в питающей электросети при пуске электродвигателя привода конвейера	$k_{П.Н}$	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Результаты расчета тяговых параметров стругового конвейера		Вар. 2	Вар. 3-1 $h_B=h_{П}$	Вар. 3-2 $h_B>h_{П}$	Вар. 3-3 $h_B=h_{П}$	Вар. 3-4 $h_B>h_{П}$
<i>Сила сопротивления перемещению грузовой ветви тягового органа конвейера, кН</i>						
<i>при фактической загрузке конвейера</i>	$F_{ГР.факт}$	335,6	361,9	351,3	382,9	372,3
<i>при максимальной загрузке конвейера</i>	$F_{ГР.max}$	356,3	376,9	366,2	400,3	389,6
<i>Сила сопротивления перемещению порожней ветви тягового органа конвейера, кН</i>						
	$F_{ПОР}$	131,1	131,1	131,1	131,1	131,1
<i>Необходимая мощность привода грузовой ветви конвейера, кВт</i>						
<i>при фактической загрузке конвейера</i>	$N_{ГР.факт}$	412,3	444,6	431,5	470,4	457,3
<i>при максимальной загрузке конвейера</i>	$N_{ГР.max}$	437,7	463,0	449,9	491,7	478,7
<i>Необходимая мощность привода порожней ветви конвейера, кВт</i>						
	$N_{ПОР}$	161,0	161,0	161,0	161,0	161,0
<i>Необходимая суммарная мощность приводов конвейера, кВт</i>						
<i>при фактической загрузке конвейера</i>	$N_{\Sigma.факт}$	674,5	712,5	697,1	742,9	727,5
<i>при максимальной загрузке конвейера</i>	$N_{\Sigma.max}$	704,4	734,1	718,7	768,0	752,6
<i>Допустимая мощность единичного привода конвейера по прочности тяговой цепи, кВт</i>						
	$N_{Доп}$	670,6	670,6	670,6	670,6	670,6
<i>Необходимый пусковой момент привода грузовой ветви конвейера, Нм</i>						
<i>при фактической загрузке конвейера</i>	$M_{П.ГР.факт}$	2350,7	2630,6	2517,3	2854,4	2741,0
<i>при максимальной загрузке конвейера</i>	$M_{П.ГР.max}$	2398,8	2665,4	2552,0	2894,7	2781,3

5.3.4 Расчет производительности струговой установки ГН 5.7N/9-38ve при работе с различными режимными параметрами

Возможная производительность струговой установки по угольной пачке рассчитывается по выражению:

$$Q_{\text{Сум}} = 3,6 \cdot V_C \cdot [h]_C \cdot H_{\text{ПЛ}} \cdot \gamma \cdot k_M \cdot T_{\text{Р.Сум}}, \text{ т/сут.},$$

где: $[h]_C$ – толщина снимаемой стругом стружки с учётом пропускной способности стругового конвейера, м. Принимается равной $[h]_C = h_C$, если $h_C \leq [h]_K$, $h_C = [h]_K$, если $h_C > [h]_K$;

k_M – коэффициент машинного времени струга;

$T_{\text{Р.Сум}}$ – продолжительность работы лавы по добыче угля (при трехсменном режиме работы) час.

Таблица 5.28 – Результаты расчета производительности струговой установки GH 5.7N/9-38ve при работе с различными режимными параметрами

Обознач. режима в тексте	Наименование параметра	Условное обознач.	Величина	Производительность струговой установки по угольной пачке Q, т/сут.								
				Коэффициент машинного времени струга								
				0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,32	0,35	0,40	
	Мощность угольной пачки, м	H_y	0,85									
	Объемный вес угля в целике, т/м ³	γ_y	1,35									
Фактический режим эксплуатации												
1	Комбинированный режим											
	Скорость движения струга, м/с:											
	при встречном движении	$V_{с.в}$	1,92									
	при попутном движении	$V_{с.п.}$	0,64									
	Скорость движения конвейера, м/с	V_K	1,31									
Комб. I	Толщина снимаемой стружки, м											
	при встречном движении	h_B	0,04	214	321	428	535	642	685	750	857	
	при попутном движении	$h_{П}$	0,02									
Комб. II	Толщина снимаемой стружки, м											
	при встречном движении	h_B	0,04	250	375	500	625	750	799	874	999	
	при попутном движении	$h_{П}$	0,03									

Продолжение таблицы 5.28

Обозначение режима в тексте	Наименование параметра	Условное обозначение	Величина	Производительность струговой установки по угольной пачке Q, т/сут.									
				Коэффициент машинного времени струга									
				0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,32	0,35	0,40		
	Скорость движения конвейера, м/с	V_K	0,97										
Вар. 2	Толщина снимаемой стружки, м												
	при встречном движении	h_B	0,04	500	750	999	1249	1499	1599	1749	1999		
	при попутном движении	h_{II}	0,03										
Вар. 3-1	Толщина снимаемой стружки, м												
	при встречном движении	h_B	0,045	642	964	1285	1606	1927	2056	2249	2570		
	при попутном движении	h_{II}	0,045										
Вар. 3-2	Толщина снимаемой стружки, м												
	при встречном движении	h_B	0,05	642	964	1285	1606	1927	2056	2249	2570		
	при попутном движении	h_{II}	0,04										
Вар. 3-3	Толщина снимаемой стружки, м												
	при встречном движении	h_B	0,050	714	1071	1428	1785	2142	2284	2498	2855		
	при попутном движении	h_{II}	0,050										
Вар. 3-4	Толщина снимаемой стружки, м												
	при встречном движении	h_B	0,055	714	1071	1428	1785	2142	2284	2498	2855		
	при попутном движении	h_{II}	0,045										

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В недрах Российской Федерации сосредоточены значительные запасы антрацитов, добыча которых наиболее целесообразна по струговой технологии.

По укрупненной оценке на действующих шахтах область применения струговой технологии составляет 42 шахтопласта с промышленными запасами более 660 млн.т. Это примерно 30 % запасов углей на пологих пластах мощностью до 2 м. Такие пласты расположены в основных угледобывающих регионах страны – в Кузбассе, Воркуте и Российском Донбассе.

Материалы, изложенные в монографии, помогут при создании и эксплуатации новых образцов струговой техники и их применению на шахтах страны.