

**Б. Б. Луганцев  
Б. А. Ошеров  
Л. И. Файнбурд**

**ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНЫ  
ОТРЫВНЫХ СТРУГОВЫХ  
УСТАНОВОК**

Новочеркасск  
2014

УДК 622.232.75  
ББК 33.31  
Л83

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой  
нефтегазопромысловых и горных машин и оборудования Южно-Российского  
государственного политехнического университета (НПИ) имени М. И. Платова

**Н. И. Сысоев;**

профессор, действительный член академии горных наук,  
президент МОО ЮРАГН

**А. Д. Мельков**

**Луганцев Б. Б., Ошеров Б. А., Файнбурд Л. И.**

Л83 Исполнительные органы отрывных струговых установок: монография  
/ Б. Б. Луганцев, Б. А. Ошеров, Л. И. Файнбурд. – Новочеркасск:  
ЮРГПУ (НПИ), 2014. – 146 с.: ил.

ISBN 978-5-9997-0466-5

В настоящей монографии приведены результаты работы Шахтинского научно-исследовательского и проектно-конструкторского угольного института (ШахтНИУИ) в области научных изысканий, проектно-конструкторских разработок и внедрения исполнительных органов струговых установок отрывного типа.

Многолетний опыт института по созданию исполнительных органов струговых установок отрывного типа, определению их параметров и разработке конструкций позволил расширить преимущества струговых установок отрывного типа по сравнению со струговыми установками скользящего типа.

В работе впервые представлена классификация исполнительных органов струговых установок отрывного типа.

Монография предназначена для инженерно-технических работников угледобывающих предприятий, проектных и конструкторских организаций. Она может быть использована аспирантами и студентами высших учебных заведений.

УДК 622.232.75  
ББК 33.31

ISBN 978-5-9997-0466-5

© Луганцев Б. Б., Ошеров Б. А.,  
Файнбурд Л. И., 2014

## ОГЛАВЛЕНИЕ

3.1. Исследование влияния скорости движения исполнительных органов на процесс разрушения угольного пласта струговыми установками.....	34
3.1.1. Методика и аппаратура для проведения исследований .....	35
3.1.2. Исследование производительности системы «струг-конвейер» и выбор рациональной скорости движения исполнительного органа ...	37
3.1.3. Исследования тяговых усилий исполнительного органа при различных скоростях его движения.....	44
3.1.4. Исследования изменения скорости движения исполнительного органа в зависимости от её средней величины.....	45
3.1.5. Исследования зависимости тяговых усилий от скорости движения исполнительного органа.....	46
3.2. Промышленные испытания струговой установки с исполнительным органом, движущимся со скоростью, превышающей скорость тяговой цепи конвейера.....	49
4.1. Создание исполнительного органа для выемки крепких антрацитов .....	60
4.2. Создание исполнительных органов, обеспечивающих выемку тонких пластов на полную мощность.....	64
4.2.1. Исполнительный орган с рессорной регулировкой высоты .....	64
4.2.2. Исполнительный орган с гидравлической регулировкой высоты .....	67
5.1. Струговая установка 1СО2420 .....	71
5.2. Струговая установка 1СО2620 .....	73
5.3. Струговая установка 2СО3413 .....	76
5.4. Струговая установка 2СО2623 .....	79
6.1. Опыт эксплуатации струговой установки 1СО2420В .....	82
6.2. Опыт эксплуатации струговых установок 1СО2620.....	86
6.3. Опыт эксплуатации струговых установок 2СО3413.....	119
6.4. Опыт эксплуатации струговой установки 2СО2623 .....	129

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Основной задачей предприятий по добыче угля является повышение рентабельности за счёт применения прогрессивной техники и технологии. Особенно актуально это для шахт, обрабатывающих тонкие пласты угля, которые в Российской Федерации составляют около 60 % промышленных запасов, являющегося высококачественным энергетическим топливом, а также технологическим сырьём в различных отраслях промышленности.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что наиболее эффективной при отработке тонких пластов является струговая технология, так как она позволяет осуществлять поточную выемку и навалку угля при значительном улучшении санитарно-гигиенических условий труда подземных рабочих, повышенную безопасность разработки тонких пластов, опасных по внезапным выбросам угля и газа. Струговая выемка в отличие от комбайновой является менее энергоёмкой и существенно улучшает сортность добываемого угля, снижает его зольность за счёт исключения присечек боковых пород пласта.

Эффективность применения технологии струговой выемки угля подтверждается тем, что в России было изготовлено около 700 лавокомплектов различных типов струговых установок отрывного типа и более 100 лавокомплектов струговых установок скользящего типа.

Для применения технологии струговой выемки необходимо соблюдение следующих условий:

- вынимаемая мощность пласта в пределах 0,55–2,0 м;
- предельный угол падения пласта 25°;
- максимальная сопротивляемость угля резанию в стабильной зоне не более 300 кН/м;
- устойчивость кровли – не ниже средней;
- контакт пласта с боковыми породами – ясно выраженный, ослабленный, легко расслаивающийся под влиянием очистных работ;

– утонение пласта до мощности не менее меньшей высоты исполнительного органа струговой установки или не менее нижнего предела применения механизированной крепи;

– наличие отжима угля;

– отсутствие крепких породных прослоек мощностью более 0,1 м или включения линз пирита, кварцита, известняка в зоне работы исполнительного органа струговой установки;

– отсутствие ложной кровли мощностью более 0,3 м;

– отсутствие порогов в почве пласта.

Исследованиями, проведёнными ШахтНИУИ, установлено, что применение струговой технологии наиболее эффективно в Восточном Донбассе, где мощность 99,5 % пластов не превышает 2,0 м, угол падения менее 35° у 77,5 % пластов, а сопротивляемость угля резанию менее 300 Н/м у 72,5 % пластов, и в Кузбассе, где пласты, имеющие благоприятные горно-геологические условия для технологии струговой выемки, составляют 20,9 % от общего числа.

Основным элементом струговой установки, определяющим эффективность её работы, является её исполнительный орган (струг). Исполнительный орган струговой установки предназначен для разрушения угольного пласта и погрузки разрушенной горной массы на конвейер.

Струг перемещается вдоль забоя при помощи тяговой цепи. Направляющей и опорной базой при движении струга в струговой установке отрывного типа является рештачный став с закреплёнными на нём направляющими кожухами, во внутренних каналах которых перемещается тяговая цепь.

В зависимости от горно-геологических и горнотехнических условий, в которых будет применяться струговая установка, исполнительный орган может иметь различные конструкции корпуса и подконвейерной плиты, схемы набора резцов, типы резцов и т. д.

Преимуществами струговых установок отрывного типа по сравнению со струговыми установками скользящего типа являются:

– лучшие условия погрузки угля на конвейер за счёт малой ширины корпуса исполнительного органа и расположения тяговой цепи со стороны крепи;

– лучшее внедрение резцов в забой за счёт наличия большого эксцентриситета между линией действия силы тяги и отбойными резцами, создающего момент сил, прижимающий исполнительный орган к забою;

– возможность использования при непосредственной кровле меньшей устойчивости за счёт меньшей ширины призабойного пространства;

– возможность преодоления значительных неровностей почвы за счёт подвижности в шарнирах исполнительных органов;

– повышенная безопасность работ за счёт того, что струговая цепь закрыта съёмными кожухами и расположена на конвейере со стороны крепи;

– лучшая доступность при ремонтах и осмотрах в условиях выемки тонких пластов.

В настоящей книге приведены наиболее полные данные о типах и конструкциях исполнительных органов струговых установок отрывного типа.

Книга предназначена для инженерно-технических работников, занимающихся эксплуатацией и разработкой струговых установок отрывного типа, а также может быть использована преподавателями и студентами горных вузов и техникумов.

В книге использованы результаты исследований и конструкторских разработок ШахтНИУИ, в том числе материалы научно-исследовательских отчётов и конструкторская документация.

Авторы выражают благодарность В. В. Сойферу и Т. С. Рябинской за помощь в подготовке и оформлении книги.

## Глава 1

# КЛАССИФИКАЦИЯ СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК

Классификация струговых установок приведена в разработанном ШахтНИУИ ГОСТ Р 53650-2009 «Установки струговые. Общие технические условия».

Несмотря на то, что все струговые установки состоят из одних и тех же основных узлов и элементов, их конструктивные схемы имеют принципиальные различия. Деление струговых установок по типам определяет расположение тяговой цепи исполнительного органа (струга) относительно конвейера и конструкция самого исполнительного органа.

Выделено три типа струговых установок.

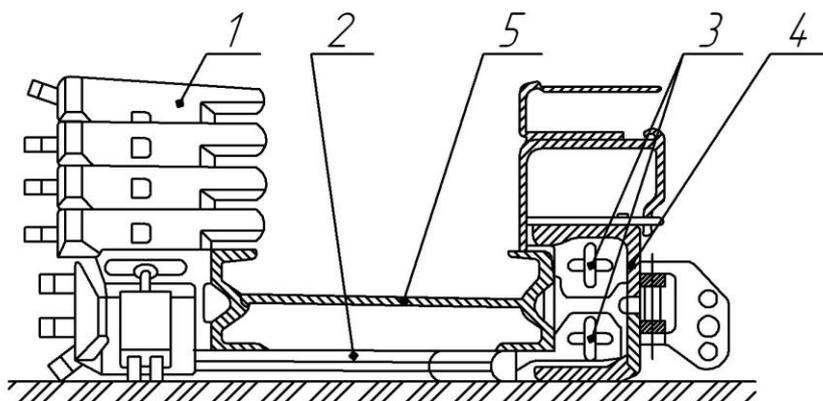
**Струговые установки отрывного типа:** 1CO2620 (1CO2623), 1CO2420 (1CO2423), 2CO3413, 2CO2623 (Россия), Райсхакенхобель, Швертхобель (Германия), PL9 (Чехия) (рис.1.1, а), отличаются тем, что тяговая цепь исполнительного органа (струга) 3 располагается со стороны выработанного пространства, а сам исполнительный орган 1 снабжён подконвейерной плитой 2, движущейся по почве пласта. Особенность этих установок – наличие момента сил при скалывании угля, возникающего в результате присоединения тяговой цепи к исполнительному органу со стороны крепи. Такие струги называются отрывными.

Раньше отрывные струговые установки работали таким образом, что во время движения струга отрывной струговой установки рештачный став конвейера отжимался от забоя на ширину струга и снова прижимался гидроредвижником к забою после прохода струга. В настоящее время струговые установки (2CO3413, Швертхобель) работают без отжатия рештачного става.

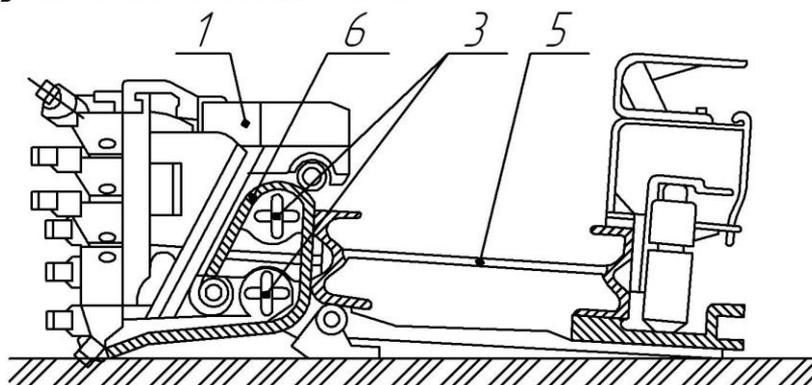
**Струговые установки скользящего типа:** 1CH2620, 1CH2623, 2CH3413 (CH.06) (Россия), Гляйтхобель, Компактхобель (Германия) (рис.1.1, б), отличаются тем, что тяговая цепь исполнительного органа (струга) 3 располагается с забойной стороны рештачного става стругового конвейера 5, а исполнительный орган 1 перемещается по специальной

(наклонной) направляющей 6, закреплённой на забойной стороне стругового конвейера.

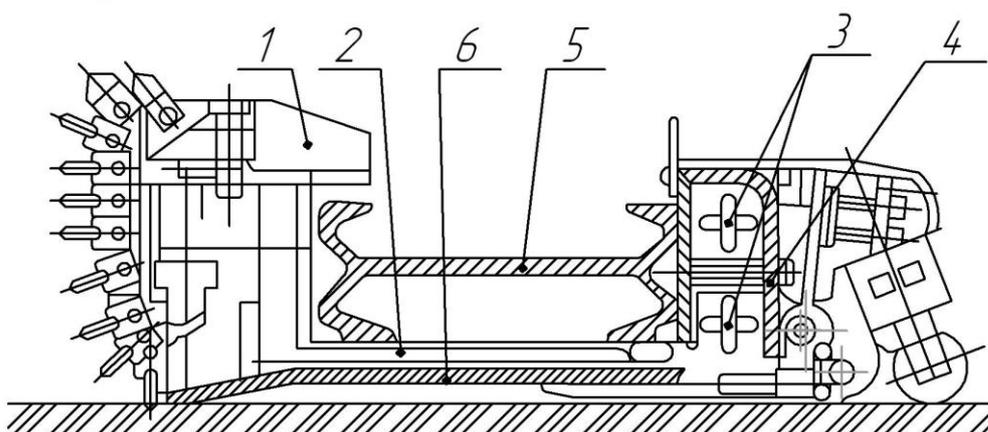
*а) установка отрывного типа*



*б) установка скользящего типа*



*в) установка комбинированного типа*



**Рис. 1.1. Типы струговых установок:**

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

К преимуществам струговых установок скользящего типа следует отнести минимальные потери мощности привода струга на трение в его опорах. К недостаткам – сложность обслуживания тяговой цепи струга из-за её расположения с забойной стороны рештачного става стругового конвейера.

**Струговые установки комбинированного типа:** ЗСК3413 (Россия), Гляйтшвертхобель (Германия) (рис.1.1, в) отличаются тем, что тяговая цепь струга 3 располагается со стороны крепи, исполнительный орган 1 снабжён подконвейерной плитой 2, движущейся по специальной направляющей 6, расположенной между почвой пласта и рештачным ставом стругового конвейера 5.

К достоинствам таких установок относится широкая область применения по сопротивляемости угля резанию (подобно струговым установкам скользящего типа); удобство и безопасность работ по обслуживанию тяговой цепи струга (подобно струговым установкам отрывного типа). К недостаткам следует отнести большую металлоёмкость, а, следовательно, и высокую стоимость струговой установки.

Использование струговых установок комбинированного типа на шахтах Российской Федерации и других стран оказалось нецелесообразным из-за их высокой стоимости.

Кроме классификации струговых установок по типам существует деление их по классам в зависимости от мощности приводов, калибров тяговой цепи струга и цепи тягового органа конвейера.

Струговые установки подразделяются на три класса:

- лёгкий;
- средний;
- тяжёлый.

Основные характеристики различных классов струговых установок приведены в таблице 1.1.

В зависимости от возможности применения по мощности пласта струговые установки различаются по типоразмерам:

– установка отрывного типа (типа СО) – трёх типоразмеров для применения:

- 1-й – 0,55–0,80 м;
- 2-й – 0,85–1,20 м;

- 3-й – 0,95–2,0 м;
- установка скользящего типа (типа СН) – трёх типоразмеров для применения:
  - 1-й – 0,65–0,90 м;
  - 2-й – 0,85–1,20 м;
  - 3-й – 0,95–1,60 м;
- установка комбинированного типа (типа СК) – один типоразмер для применения:
  - 3-й – 0,95–1,60 м.

Таблица 1.1

Основные характеристики различных классов струговых установок

Класс струговых установок	Мощность приводов струга, кВт	Калибр цепи струга, мм	Сечение конвейера, м <sup>2</sup>	Калибр цепи конвейера, мм	Мощность приводов конвейера, кВт	Теоретическая производительность струга, т/мин	Вынимаемая мощность пласта, м
Лёгкий	До 400	26×92; 30×108	До 0,20	18×64; 24×86	До 320	До 10	0,85–1,1
Средний	400–630	34×126	0,20–0,30	26×92 30×108	320–630	10–15	0,95–1,5
Тяжёлый	Св. 630	38×137 и более	Св. 0,30	34×126 и более	Св. 630	15–35	1,1–2,0

Установки в зависимости от расположения цепей (цепи) тягового органа стругового конвейера могут изготавливаться в следующих исполнениях:

- исполнение 1 – с центральным расположением цепей (цепи) тягового органа стругового конвейера;
- исполнение 2 – с разнесённым к боковинам решётки расположением цепей тягового органа стругового конвейера.

Установки в зависимости от конструктивной особенности решётки стругового конвейера могут изготавливаться в следующих исполнениях:

- исполнение 0 – с решёткой стругового конвейера с открытым днищем;
- исполнение 3 – с решёткой стругового конвейера с закрытым днищем.

Обозначение установки состоит из букв и цифр.

Расположение и значение букв и цифр следующие: первая цифра обозначает типоразмер установки, следующие две буквы – тип установки, затем две цифры – диаметр прутка тяговой цепи струга в миллиметрах, затем цифра, характеризующая расположение цепей конвейера, и цифра, характеризующая исполнение рештака.

**Пример обозначения** установки отрывного типа лёгкого класса для применения на пластах мощностью 0,55–0,85 м, с калибром цепи струга 26 мм, с разнесёнными цепями конвейера, с рештаком конвейера с открытым днищем:

1CO2620.

Стандартные струговые установки, как правило, изготавливаются двухскоростными, но по согласованию с заказчиком они могут быть и односкоростными. Для односкоростных струговых установок при скорости движения исполнительного органа такой установки ниже скорости тягового органа конвейера (такая скорость называется «низкой») в конце обозначения ставится буква «Н», при скорости движения исполнительного органа выше скорости движения тягового органа конвейера (такая скорость называется «высокой») ставится буква «В».

**Пример обозначений** стандартных односкоростных струговых установок: 1CO2420Н, 1CO2420В.

Для обозначения нестандартных струговых установок, не соответствующих ГОСТ Р 53650-2009, ШахтНИУИ исключил букву, определяющую тип струговой установки.

**Пример обозначения** нестандартной струговой установки лёгкого класса для применения на пластах мощностью 0,55–0,9 м с калибром цепи струга 26 мм, с разнесёнными цепями конвейера, с рештаком конвейера с открытым днищем и скоростью исполнительного органа ниже скорости цепи конвейера: 1C2620Н.

То же при скорости исполнительного органа выше скорости цепи конвейера: 1C2620В.

Струговые установки каждого класса следует использовать в горно-геологических и горнотехнических условиях, рекомендуемых ГОСТ Р 53650-2009.



## Глава 2

# КОНСТРУКЦИИ И КЛАССИФИКАЦИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ (СТРУГОВ) СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК ОТРЫВНОГО ТИПА

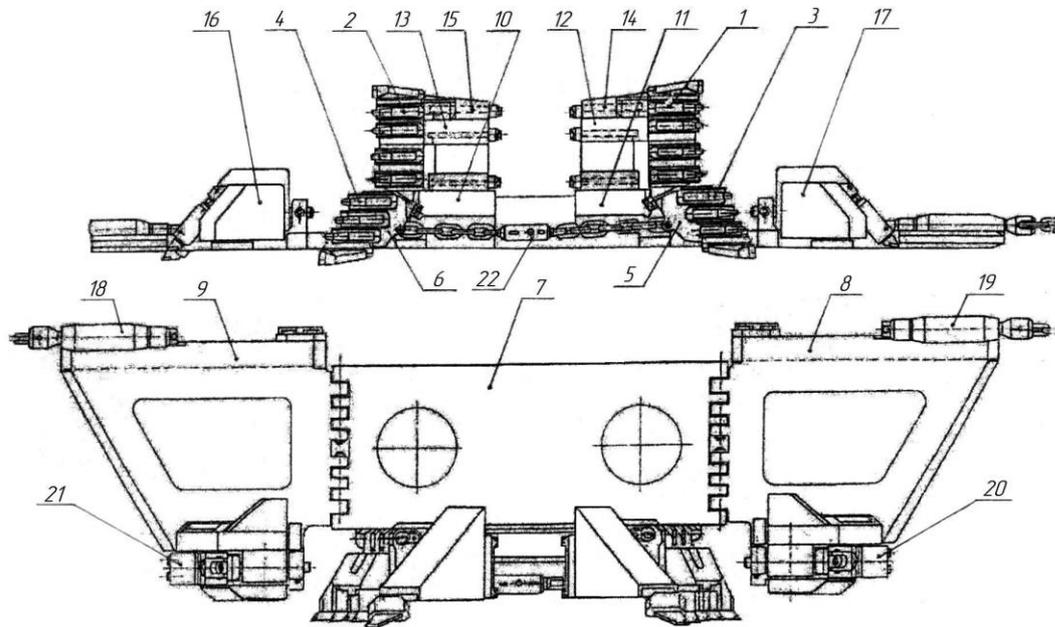
На основании накопленного опыта создания струговых установок можно определить **основные требования, предъявляемые к конструкции исполнительных органов (стругов):**

- обеспечить надёжное внедрение резцов в забой;
- исключить «затираание» неработающих групп резцов о забой, почву и кровлю;
- иметь схему расположения резцов, обеспечивающую разрушение забоя с минимальными энергозатратами;
- иметь минимальные потери тягового усилия на трение в направляющих элементах;
- обеспечивать эффективную погрузку разрушенного угля на конвейер с минимальными затратами тягового усилия на погрузку;
- иметь возможность осуществлять выемку пласта на полную мощность;
- обеспечивать простоту и удобство выполнения работ при техническом обслуживании и ремонте;
- иметь простую и прочную конструкцию при минимальной стоимости.

**На рис. 2.1 представлен симметричный составной исполнительный орган.** Он называется симметричным, так как группы линейных, почвенных резцов и резцов на крышке расположены симметрично относительно вертикальной оси, что позволяет распределить усилия резания равномерно при движении исполнительного органа в одну и другую стороны по лаве. Конструкция является составной, так как в ней имеются левый и правый корпусы, на которых монтируются проставки с левой и правой группой резцов, левой и правой крышками с резцами, левой и правой нижними державками с резцами.

Исполнительный орган состоит из следующих основных частей (рис. 2.1): центральной подконвейерной плиты 7, крайних

плит 8 и 9, двух корпусов 10, 11, ограничителей толщины стружки 16 и 17, резцов линейных 1 и 2, поворотных державок 5 и 6 с резцами 3 и 4, вертлюгов 18 и 19, почвенных ножей 20 и 21, проставок 12 и 13, крышек 14 и 15, стяжки 22.



**Рис. 2.1. Исполнительный орган струговой установки 1CO2620 (симметричный):**

1 – правая группа линейных резцов; 2 – левая группа линейных резцов; 3 – резцы правой нижней поворотной державки; 4 – резцы левой нижней поворотной державки; 5 – правая нижняя поворотная державка; 6 – левая нижняя поворотная державка; 7 – центральная подконвейерная плита; 8 – плита крайняя правая; 9 – плита крайняя левая; 10 – корпус левый; 11 – корпус правый; 12 – проставка правая; 13 – проставка левая; 14 – крышка правая; 15 – крышка левая; 16, 17 – ограничители толщины стружки; 18, 19 – вертлюги; 20, 21 – почвенные ножи; 22 – стяжка

Центральная подконвейерная плита 7 и крайние плиты 8 и 9 служат для направленного перемещения исполнительного органа по конвейеру струговой установки. Кроме того, крайние плиты 8 и 9 служат для крепления тяговой цепи с помощью вертлюгов 18 и 19, а также ограничителей толщины стружки 16 и 17 и корпуса для крепления почвенных ножей 20 и 21. Ограничители толщины стружки 16 и 17 обеспечивают устойчивую работу исполнительного органа, а почвенные ножи 20 и 21 зачищают оставшуюся угольную массу при погрузке угля на конвейер. Центральная подконвейерная плита 7 служит базой для

установки корпусов исполнительного органа – левого 10 и правого 11, на которую монтируются поворотные державки с резцами 3 и 4, проставки 12, 13 с линейными резцами и крышки – правая 14 и левая 15 со своими резцами. С помощью проставок 12, 13 регулируется высота исполнительного органа. Стяжка 22 обеспечивает отвод «холостой» группы резцов от угольного забоя.

Линейная группа резцов – это резцы, установленные на проставках, у которых режущая часть имеет одинаковый вылет относительно корпуса проставки (линейная схема набора резцов).

Резцы на крышке направлены своей режущей кромкой под углом к кровле пласта и обеспечивают выемку верхней части пласта, исключая «затираание» исполнительного органа о кровлю или верхнюю часть пласта.

Резцы на поворотных державках устанавливаются по ступенчатой схеме, т. е. каждый следующий к почве пласта резец выступает по отношению к предыдущему на величину вылета резца (около 50 мм). Обычно на поворотных державках располагаются 3–4 резца.

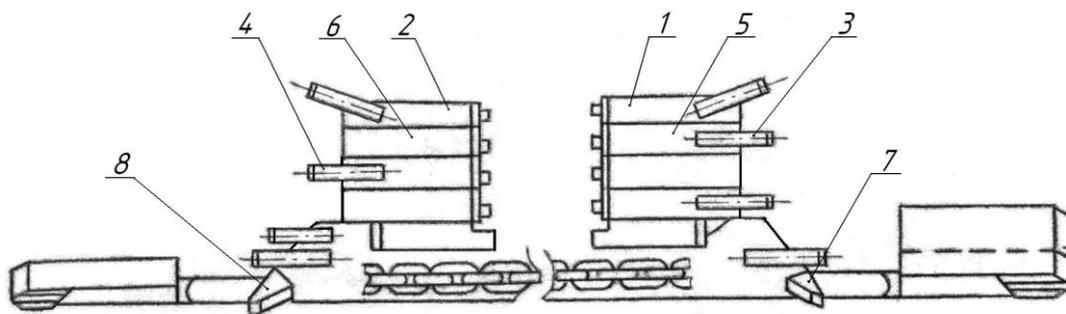
Таким образом, основная группа резцов 1 и 2 на корпусе собрана по линейной схеме, резцы на поворотных державках – по ступенчатой схеме.

Применение симметричных исполнительных органов на углях с сопротивляемостью резанию 250 кН/м и более или при работе по пласту с породными прослойками недостаточно эффективно, т. к. уголь отделяется с малыми толщинами среза ( $h = 1,5–2,5$  см) и повышается содержание мелких фракций угля (до 35–40 %).

Для строгания крепкого угля с большими толщинами среза симметричным исполнительным органом с большим количеством резцов с каждой стороны могут оказываться недостаточными напорные усилия, создаваемые гидроцилиндрами подачи, и может быть не обеспечена поперечная устойчивость исполнительного органа.

**Для повышения эффективности разрушения крепких углей с большой толщиной стружки были разработаны асимметричные исполнительные органы, в которых предусмотрено асимметричное расположение резцов.**

Асимметричная схема расположения резцов со значительным уменьшением их количества, обеспечивающая последовательную послойную обработку забоя резанием при рабочих ходах исполнительного органа в правую (разрушает часть пласта угля по одним линиям резания) и левую (разрушает часть пласта угля по другим линиям резания) стороны, показана на рис. 2.2.



**Рис. 2.2. Схема асимметричного исполнительного органа:**  
 1 – крышка правая; 2 – крышка левая; 3 – правая группа резцов;  
 4 – левая группа резцов; 5 – проставка правая; 6 – проставка левая;  
 7 – правый почвенный резец; 8 – левый почвенный резец

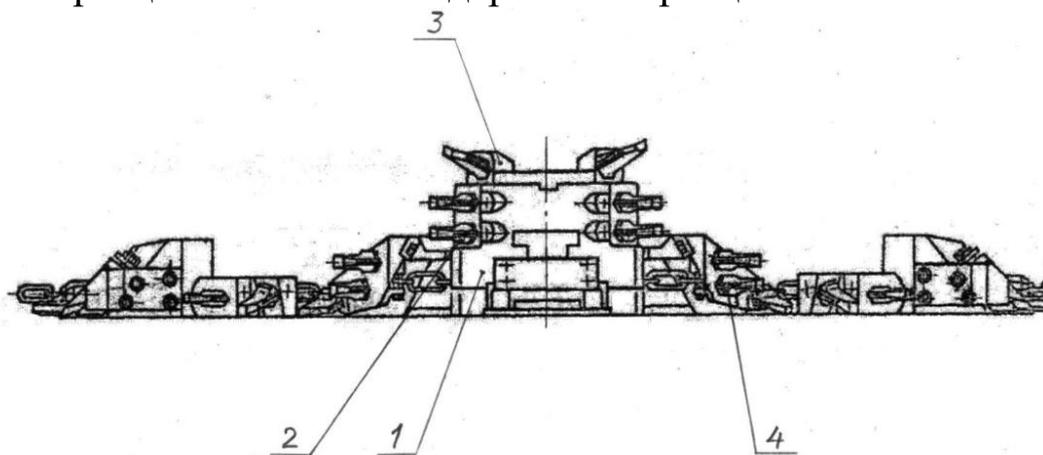
При движении исполнительного органа разреженной стороной напорное усилие, создаваемое гидроцилиндрами подачи, находящимися на дуге изгиба конвейера, может быть использовано на резание угля с большей толщиной среза, т. к. при этом возникают более высокие удельные усилия внедрения резцов струга в забой.

После реверса исполнительный орган в зависимости от применения схемы обработки отделит одну стружку большой толщины за два хода (при крепком угле) или двойную стружку за два хода (при менее крепком угле) и обеспечит лучшую сортность, чем симметричный исполнительный орган.

**Кроме составных исполнительных органов использовались исполнительные органы в виде моноблока, применявшиеся на пластах со спокойной гипсометрией.**

**Пример исполнительного органа струговой установки 2СО2623 в виде моноблока представлен на рис. 2.3.**

На едином корпусе 1 собираются линейная группа резцов 2, крышка с резцами 3 и нижняя державка с резцами 4.



**Рис. 2.3. Исполнительный орган в виде моноблока:**  
1 – корпус; 2 – линейная группа резцов; 3 – крышка с резцами;  
4 – нижняя державка с резцами

**Составные исполнительные органы струговых установок отрывного типа могут работать как без принудительного отвода нерабочей группы резцов, так и с принудительным отводом нерабочей группы резцов.**

**Исполнительный орган, работающий без принудительного отвода резцов поворотных державок, представлен на рис. 2.1.**

Отвод нерабочей группы резцов в этих конструкциях происходит за счёт разворота в зазорах между исполнительным органом и элементами рештачного става, служащими направляющими для перемещения исполнительного органа.

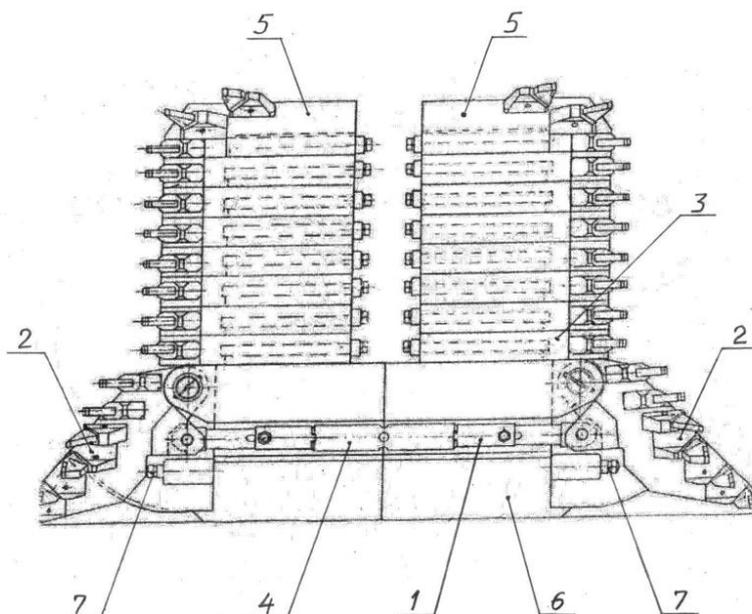
В этих конструкциях обе половины исполнительного органа связаны провисающей цепью (стяжкой) или не имеют связи между собой. Основной недостаток этого варианта исполнительного органа – отсутствие гарантии отвода нерабочей группы резцов от забоя и наличие возможности затирания их о забой.

**Исполнительный орган струговой установки отрывного типа 2СО3413 с принудительным отводом нерабочей группы резцов показан на рис. 2.4.**

Как видно из рис. 2.4, оба поворотных резцедержателя 2 соединены между собой жёсткой штангой 1, размер которой регулируется стяжкой 4.

При внедрении рабочей стороны исполнительного органа в забой нерабочая группа резцов усилиями резания на рабочей группе резцов с помощью жёсткой штанги принудительно отводится от забоя.

Преимущество такой конструкции в том, что нерабочая группа резцов гарантированно отводится от забоя пласта.



**Рис. 2.4. Исполнительный орган с принудительным отводом нерабочей группы резцов:**

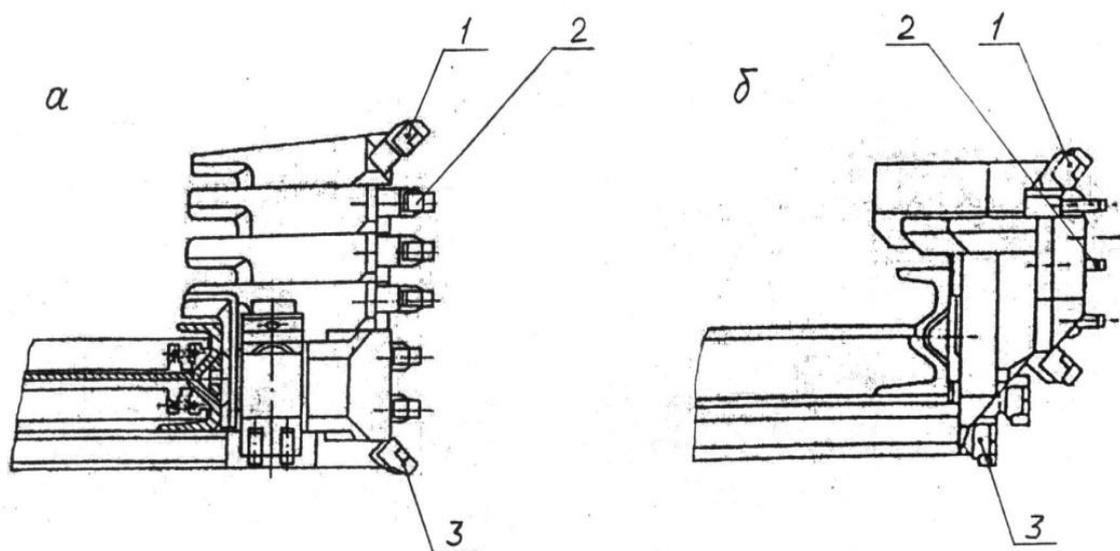
1 – штанга; 2 – поворотные резцедержатели; 3 – съёмные проставки; 4 – стяжка; 5 – крышка; 6 – корпус; 7 – ограничители угла поворота поворотного резцедержателя

**Конструкции исполнительных органов, представленных на рисунках 2.1 – 2.4, могут предусматривать возможность работы как с отжатием так и без отжатия рештачного става.**

**На рис. 2.5 представлены конструкции исполнительных органов, работающих с отжатием (2.5, а) и без отжатия рештачного става (2.5, б).**

В исполнительном органе, работающем с отжатием рештачного става, ограничение внедрения его в забой

осуществляется ограничителями толщины стружки 16, 17 (рис. 2.1). Применение таких исполнительных органов рекомендуется на пластах с низким уровнем сопротивляемости углю резанию. В этом случае может быть достигнута повышенная толщина стружки, а значит, и добыча угля.



**Рис. 2.5. Исполнительные органы струговых установок отрывного типа, работающие:**

а – с отжатием рештачного става; б – без отжатия рештачного става;  
1 – резцы на крышке, 2 – линейные резцы; 3 – почвенные резцы

При отработке пластов с сопротивляемостью углю резанию в стабильной зоне 200–250 кН/м использование таких исполнительных органов приводит к значительным величинам (до 250 мм) отжатия рештачного става, что делает невозможным применение струговых установок с крепями агрегатированного типа.

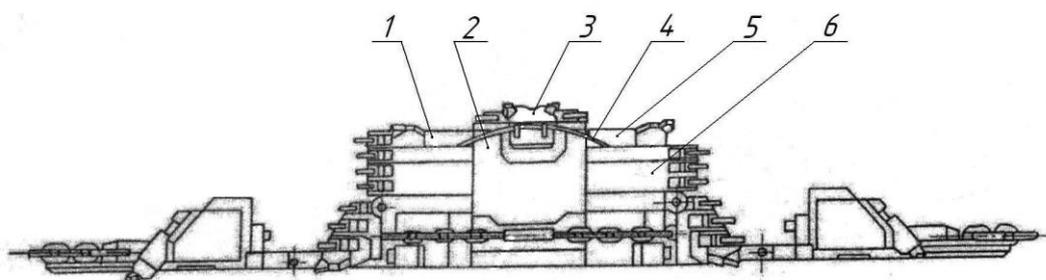
В исполнительных органах, работающих без отжатия рештачного става, в группе почвенных резцов два самых нижних резца устанавливаются вертикально, образуя ограничитель внедрения резцов в забой. Таким образом, в нижней части забоя образуется уступ, который не позволяет стругу внедриться в забой на величину более вылета резца (50 мм), а значит, и отжать рештачный став, при наличии твёрдых включений в пласте, более

чем на эту величину. Применение такого исполнительного органа позволяет работать струговым установкам отрывного типа на пластах с сопротивляемостью угля резанию 200–250 кН/м, с крепями агрегатированного типа при высоком уровне безопасности обслуживающего персонала.

**В основной своей массе исполнительные органы регулируются по высоте ступенчато за счёт набора или снятия проставок 12 и 13 (рис. 2.1).** Проставки обычно изготавливают высотой не менее 80 мм. Они легкосъёмные за счёт установки по Т-образному пазу. Для удобства эксплуатации проставки бывают двойными, высотой не менее 160 мм.

**Существуют исполнительные органы с рессорной и гидравлической регулировкой высоты.** Такие исполнительные органы применялись на струговой установке 1СО2620.

**Исполнительный орган с рессорной регулировкой высоты показан на рис. 2.6.**



**Рис. 2.6. Исполнительный орган с рессорной регулировкой высоты:**

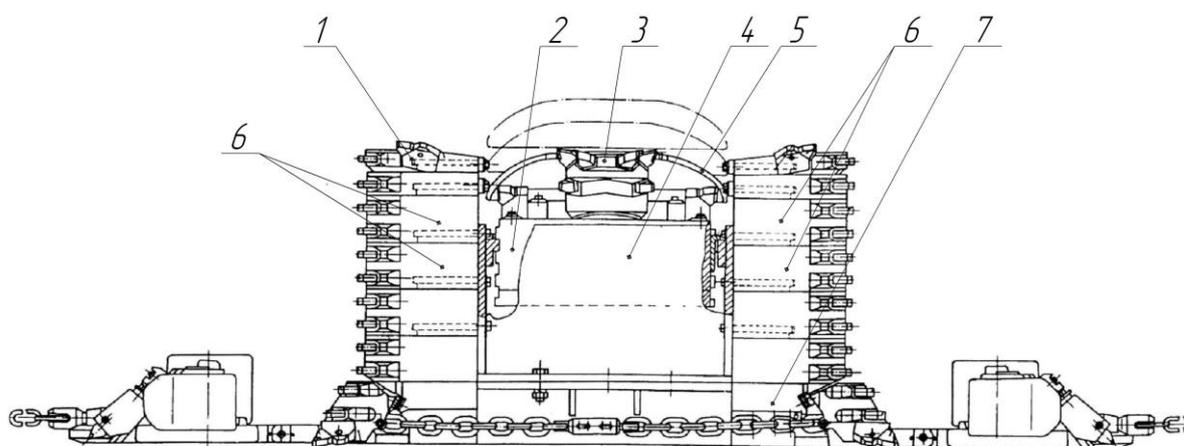
- 1 – крышка левая; 2 – рама специальная; 3 – резцовая головка;  
4 – пакет рессор; 5 – крышка правая; 6 – проставка

Исполнительный орган с рессорной регулировкой высоты обеспечивает исключение его «затирания» о зависающую верхнюю пачку угля, а также исключение заклинивания исполнительного органа между кровлей и почвой пласта.

Исполнительный орган с рессорной регулировкой высоты состоит из серийного исполнительного органа, между корпусами

которого жёстко закреплена специальная рама 2. Пакет рессор 4, на котором, в свою очередь, жёстко закреплена резцовая головка 3, опирается на левую 1 и правую 5 крышки. Резцовая головка перемещается в вертикальной плоскости при прогибе рессор по направляющим специальной рамы. Крепление пакета рессор на крышках исполнительного органа обеспечивает перемещение концов рессор при их прогибе на максимальную величину 0,06 м. Пакет рессор состоит из 2-х стальных листов толщиной 12 мм, шириной 100 мм, длиной 810 мм.

**Исполнительный орган с гидравлической регулировкой высоты представлен на рис. 2.7.**



**Рис. 2.7. Исполнительный орган с гидравлической регулировкой высоты:**

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

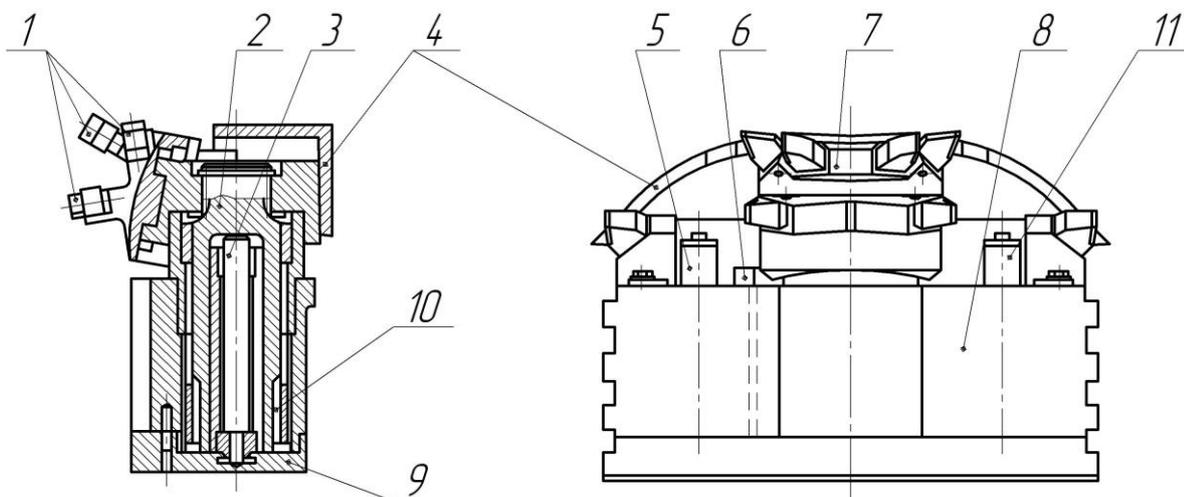
На исполнительном органе между съёмными проставками 6 размещена гидровставка 2 с верхним поворотным резцедержателем 3. Контакт исполнительного органа с кровлей и передачу давления на гидровставку обеспечивает лыжа 5, скользящая по кровле в зоне предыдущего реза.

Гидровставка 2 закреплена на специальной проставке 4, установленной в средней части корпуса 7, и предназначена для регулировки высоты обработки пласта в пределах до 180 мм выше крышек 1.

Гидровставка (рис. 2.8) выполнена отдельным блоком и состоит из рамы 8, двух гидроаккумуляторов 5 и 11,

гидроцилиндра 3, верхнего поворотного резцедержателя 7 с верхней группой резцов 1, лыжи 4 и выдвижной колонки 2.

В центральной части рамы 8 вмонтированы гидроцилиндр 3 и выдвижная колонка 2, на которой закреплены поворотный верхний резцедержатель 7 с верхней группой резцов 1 и лыжа 4. По краям рамы 8 закреплены гидроаккумуляторы 5 и 11. Выдвижная колонка 2 совместно с рамой 8 образуют телескопический механизм 10, разгружающий гидроцилиндр 3 и другие составные части конструкции от возникающих при работе исполнительного органа усилий.



**Рис. 2.8. Гидровставка:**

- 1 – верхняя группа резцов; 2 – выдвижная колонка; 3 – гидроцилиндр;  
 4 – лыжа; 5, 11 – гидроаккумуляторы; 6 – зарядный клапан;  
 7 – верхний поворотный резцедержатель; 8 – рама; 9 – нижняя плита рамы;  
 10 – телескопический механизм

Поршневая полость гидроцилиндра 3 при помощи каналов, выполненных в нижней плите 9 рамы 8, соединена с гидроаккумуляторами 5 и 11 в единую гидросистему. Через зарядный клапан 6 рабочая жидкость под давлением подаётся в полости гидроаккумуляторов 5 и 11 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 исполнительного органа гидроцилиндр 3 выдвигает колонку 2 с лыжей 4 до контакта с кровлей, а резцы резцедержателя 7 при движении исполнительного органа производят разрушение верхней пачки пласта. Гидроаккумуляторы 5 и 11 позволяют создать относительно равномерное значение величины распора между кровлей и почвой на всём ходе перемещения верхнего резцедержателя при изменяющейся мощности пласта.

Гидровставка может фиксироваться в одном из трёх положений по вертикали в зависимости от мощности пласта.

Наличие на исполнительном органе гидровставки описанной конструкции даёт возможность обрабатывать забой на полную мощность при её изменении в пределах 25–33 %.

Исполнительный орган с гидравлической регулировкой высоты существенно сложнее по конструкции, чем исполнительный орган со ступенчатой регулировкой. Поэтому в тех случаях, когда ведётся отработка угольного пласта с самообрушающейся верхней пачкой, применяют исполнительный орган со ступенчатой регулировкой высоты. При этом высота исполнительного органа набирается по минимальному значению мощности пласта в пределах выемочного поля.

В случае, если самообрушение верхней пачки угольного пласта не происходит, рекомендуется применять исполнительный орган с рессорной (при изменчивости мощности пласта до 0,06 м по длине лавы) или гидравлической (при изменчивости мощности пласта от 0,06 до 0,18 м) регулировкой высоты.

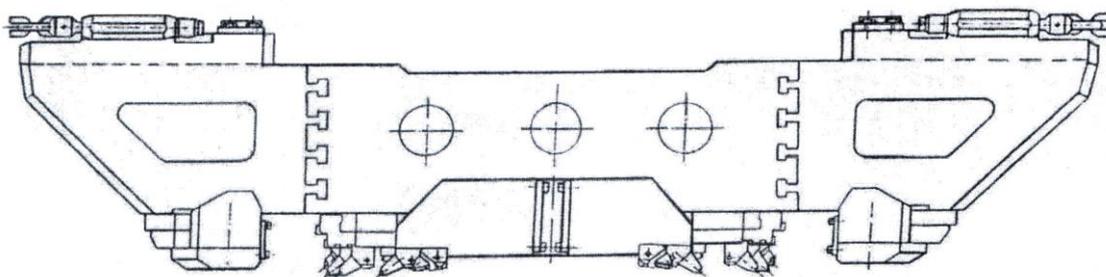
**По своей конструкции исполнительные органы струговых установок отрывного типа могут отличаться по количеству элементов в подконвейерной плите (раме) исполнительного органа.**

Существуют трёхэлементные подконвейерные плиты (см. рис. 2.1), которые состоят из центральной плиты и двух крайних плит.

При сложной гипсометрии пласта, для большей приспособляемости к ней исполнительного органа струговой установки отрывного типа, количество элементов в

подконвейерных плитах может быть больше. Например, пятиэлементная подконвейерная плита состоит из центральной плиты, двух промежуточных и двух крайних плит.

Соединение элементов подконвейерных плит между собой осуществляется разработанным ШахтНИУИ Т-образным соединением элементов подконвейерных плит, которое представлено на рис. 2.9.



**Рис. 2.9. Исполнительный орган струговой установки отрывного типа с Т-образным соединением элементов подконвейерной плиты**

**В ШахтНИУИ впервые были систематизированы различные конструкции исполнительных органов струговых установок отрывного типа и разработана их классификация, представленная на рис. 2.10.**

Классификация позволяет обозначать конструкции исполнительных органов. Например, симметричный составной исполнительный орган с трёхэлементной подконвейерной плитой, принудительным отводом нерабочих резцов, гидравлической регулировкой высоты, работающий без отжатия рештачного става, имеет обозначение 121232.

Исполнительный орган в виде моноблока всегда изготавливается на единой подконвейерной плите без принудительного отвода нерабочих резцов, поэтому в обозначении моноблока третий номер будет всегда «0», а четвёртый – «1». Например, асимметричный моноблок со

ступенчатой регулировкой высоты, работающий с отжатием рештачного става, имеет обозначение 210111.

Большое разнообразие конструкций исполнительных органов отрывных струговых установок определяется разнообразием горно-геологических и горнотехнических условий эксплуатации.

Классификация и введение обозначений конструкций исполнительных органов позволяет более системно подходить к определению наиболее оптимальной конструкции для конкретных условий.



Рис. 2.10. Классификация исполнительных органов струговых установок отрывного типа

**Большое значение в конструкции исполнительных органов имеет 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 проектировании и указываются в технической характеристике. Главные конструктивные углы резца, устанавливаемые относительно плоскости резания, следующие (рис. 2.11):

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

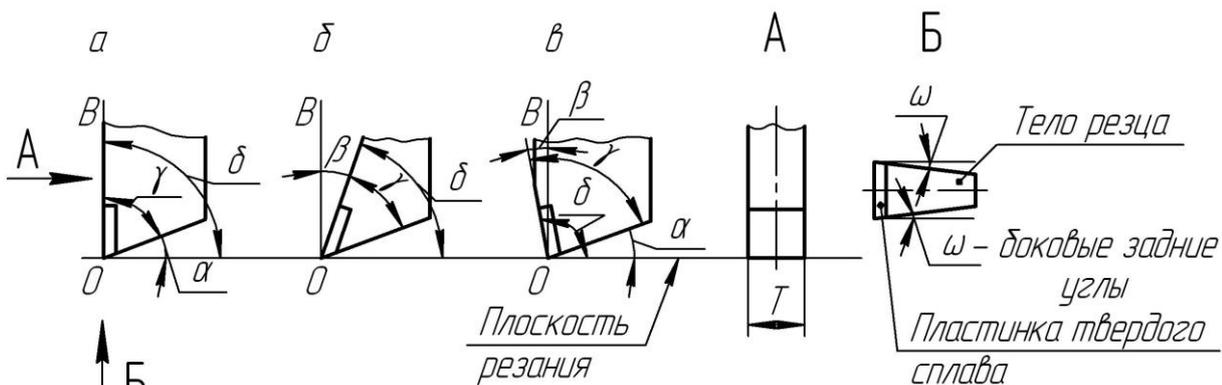


Рис. 2.11. Резец с нулевым (а), положительным (б) и отрицательным (в) передними углами

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

**Угол резания  $\delta$**  – угол между плоскостью резания и передней гранью резца. Он равен сумме угла заострения и заднего угла. С

увеличением этого угла усилие резания и энергозатраты увеличиваются, увеличивается и разрушающая способность резца.

**Передний угол  $\beta$**  – угол между передней гранью резца и плоскостью, переходящей через режущую кромку перпендикулярно к плоскости резания. Передний угол может быть равен нулю (рис. 2.11, а), иметь положительное (рис. 2.11, б) или отрицательное значение (рис. 2.11, в). Резцы струговых установок обычно имеют передний угол с положительным значением (от 0 до 10°).

Кроме этих главных углов, резец характеризуется **боковыми задними углами  $\omega$**  (рис. 2.11). Боковой задний угол во избежание трения боковых граней резца об уголь принимают в пределах 4–12°. Резец характеризуется также шириной главной режущей кромки  $T$  (рис. 2.11) и вылетом (рис. 2.12), 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 5–8 раз выше средних. Изменчивые свойства угольного пласта при наличии прослоек и включений породы, высокие – до 600 С – температуры в зоне резания, должны учитываться при разработке и выборе резца.

Резцы струга делятся на линейные и почвенные.

Линейные резцы РС3, РС9, РС10 входят в состав линейной (средней) группы резцов. Почвенные резцы РС4 и РС11 входят в состав кровельной и почвенной (нижней) групп резцов.

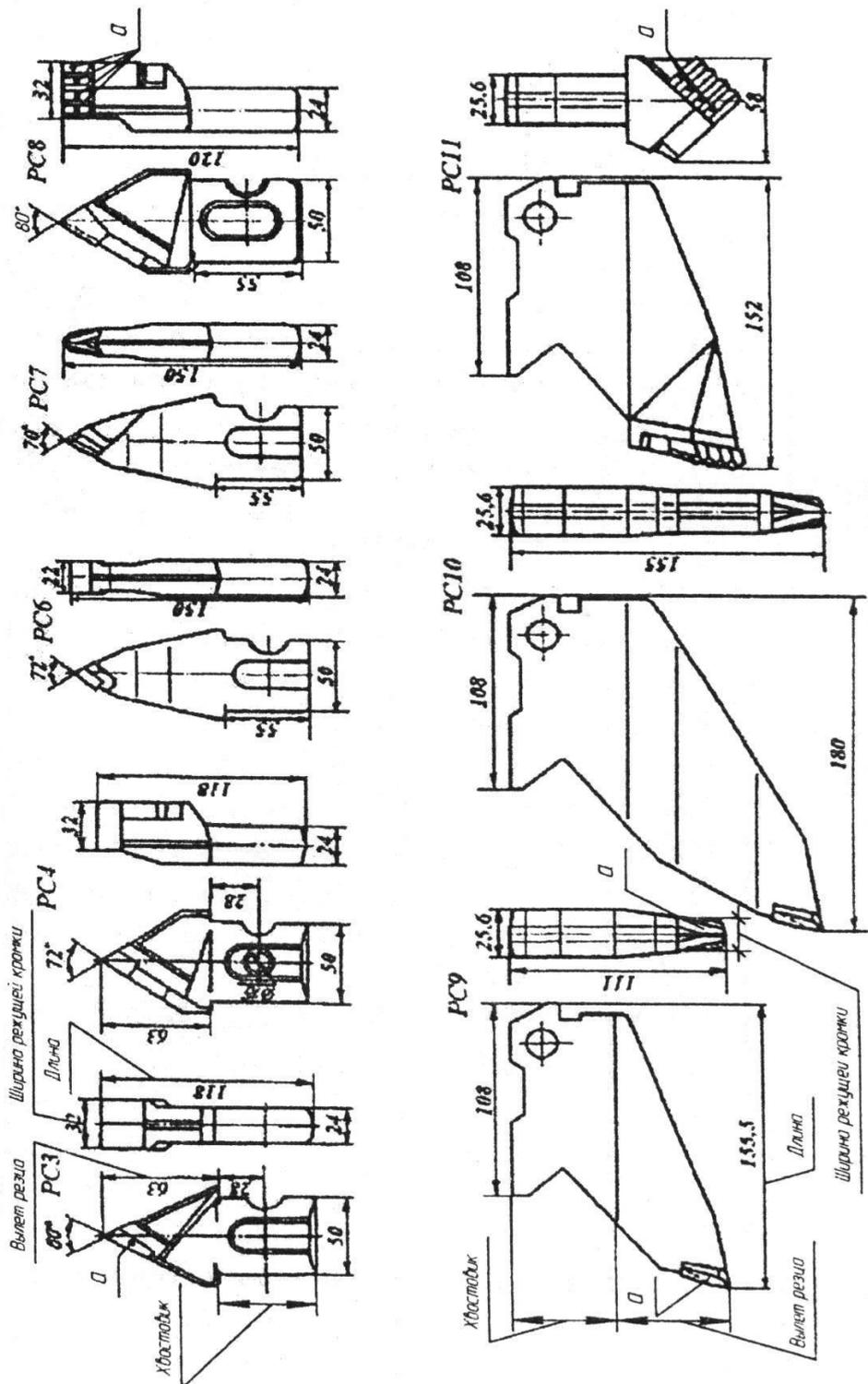
Резцы линейные производят отделение угля в одной плоскости от угольного забоя.

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

Необходимо учитывать, что почвенные резцы работают в наиболее тяжёлых условиях. Они периодически или постоянно строгают породу почвы, обладающую, как правило, значительно большей, чем уголь, сопротивляемостью резанию и абразивностью. Для особо сложных условий работы были разработаны и испытаны почвенные резцы РС8 (рис. 2.12), в

несколько раз превосходящие показатели работы серийных почвенных резцов РС4.

Режущая часть резца РС8 от почвы набрана из вертикально расположенных пластин твёрдого сплава, спаянных в единый блок. Такая конструкция резца позволяет, в сравнении с почвенным резцом РС4, имеющим от почвы одну цельную пластинку твёрдого сплава, сохранять работоспособность резца при наличии хотя бы одной вертикально расположенной пластинки.



а - твердосплавная пластина

Рис. 2.12. Резцы отечественных струговых установок

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 интерваломковки, хорошей закалываемостью; хорошей смачиваемостью припоями.

С целью повышения износостойкости резцов струговых установок их рабочую часть армируют твёрдыми 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 были разработаны и поставлены на серийное производство твёрдосплавные резцы высокой стойкости, армированные пластинками твёрдого сплава рациональных форм, специально разработанные для струговых установок.

Для отечественных струговых установок 1СО2420, 1СО2620, 1СН2620, 2СО3413, 2СН3413 были созданы и освоено серийное производство резцов РС3, РС4, РС6, предназначенных для работы по углям сопротивляемостью резанию до 300 кН/м (рис. 2.12), а для импортных струговых установок фирмы «ДВТ» – резцы РЛ110 и РЛ155 (рис. 2.13), которые соответствуют импортным резцам по эксплуатационным показателям.

Основные параметры отечественных резцов для струговых установок приведены в табл. 2.1 и показаны на рис. 2.12



Рис. 2.13. Резцы для струговых установок фирмы «ДВТ»

Таблица 2.1

Техническая характеристика резцов

Параметры	Тип резца									
	PC3	PC4	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11	РЛ110	РЛ155
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

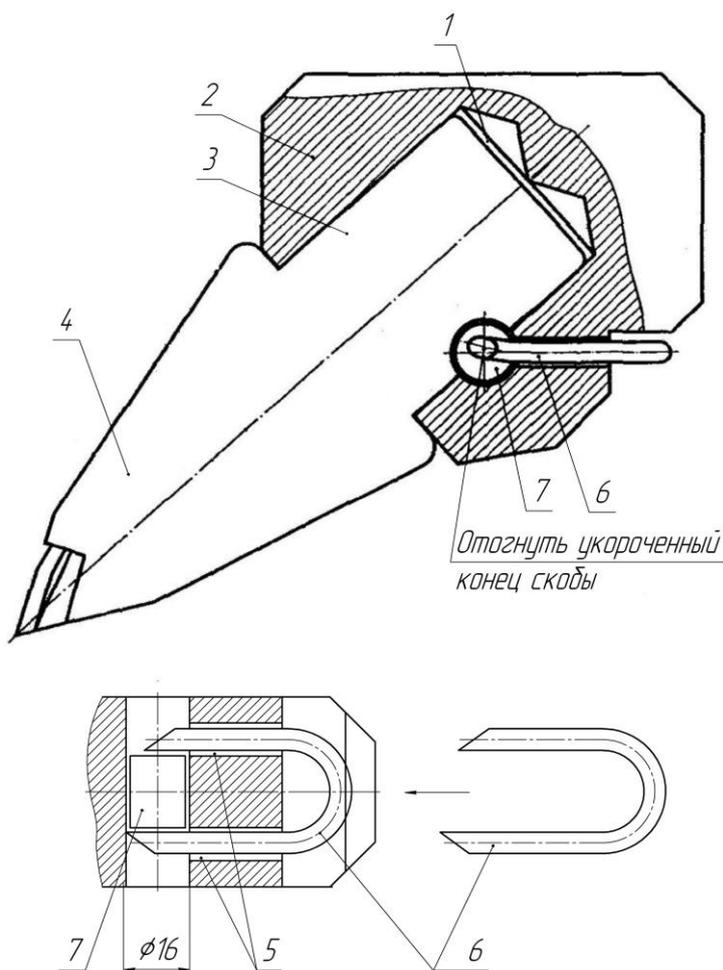
Применяемые на отечественных струговых установках резцы PC3, PC4, PC6, PC7 и PC8 имеют одинаковую конструкцию хвостовиков (рис. 2.12). Такая унификация хвостовиков позволяет использовать разную комбинацию набора резцов на струге в зависимости от структуры пласта и крепости угля.

Недостатком резцов РС3, РС4, РС6, РС7 и РС8 является слабое сечение в средней части хвостовиков (рис. 2.12), 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. 2.12). Отличие их от серийно выпускаемых РС3, РС4, РС6 заключается в усовершенствовании конструкции хвостовиков и элементов их крепления (рис. 2.15).

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

На рис. 2.14 изображён резцедержатель и узел крепления резца.



**Рис. 2.14. Резцедержатель и узел крепления резца:**

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

После того, как в гнездо 1 резцедержателя 2 вставлен хвостовик 3 резца 4 через отверстия 5, в резцедержатель вставляется скоба 6 так, чтобы удлиненный конец скобы вышел из отверстия на 4–5 мм, а укороченный – поравнялся 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. 2.12). 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. 2.15), 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.

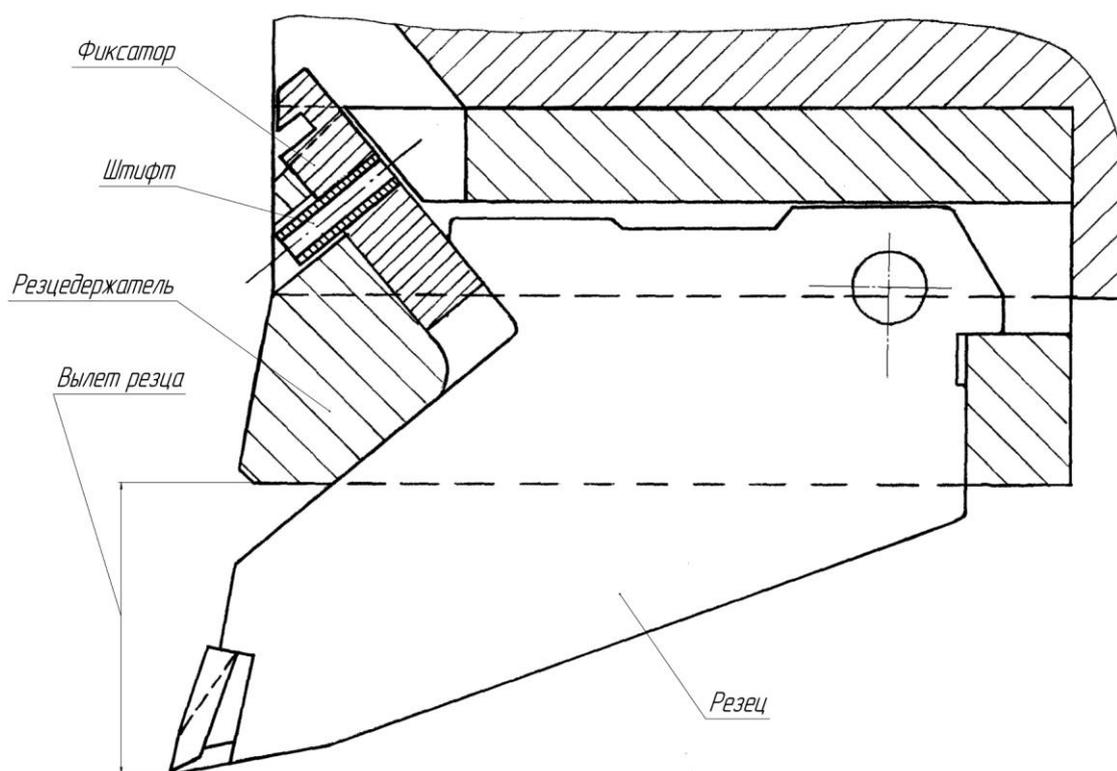


Рис. 2.15. Крепление резцов типа РЛ и РС с плоским прямоугольным хвостовиком

## Глава 3

# ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА НА ЕГО КОНСТРУКЦИЮ

### 3.1. Исследование влияния скорости движения исполнительных органов на процесс разрушения угольного пласта струговыми установками

Промышленные испытания струговых установок, проведённые ШахтНИУИ в различных горно-геологических условиях, показали, что применение струговой выемки эффективно на антрацитах сопротивляемостью разрушению до 180–200 Н/м в стабильной зоне. При выемке пластов крепких антрацитов резко снижается минутная производительность струговых установок.

$$Q_c = 60 h v_c, \text{ м}^2/\text{мин},$$

где  $h$  – толщина стружки, м;

$v_c$  – скорость движения исполнительного органа (струга), м/с.

Скорость исполнительных органов первых отечественных струговых установок не превышала 0,5 м/с при толщине стружке 0,02–0,03 м. Существенно повысить толщину стружки у первых установок было практически невозможно. Единственным резервом повышения производительности было повышение скорости движения исполнительного органа.

В нашей стране не было опыта работы струговых установок с исполнительными органами, работающими с высокими скоростями резания.

Поэтому для решения вопроса о принципиальной возможности существенного повышения скорости резания стругов было необходимо исследовать характер процесса разрушения антрацита при различных скоростях резания, выявить основные закономерности и зависимости между мощностью, усилиями в тяговой цепи струга и толщиной стружки и на этой основе разработать эксплуатационно-технические требования на создание скоростной струговой установки для выемки крепких антрацитов, обеспечивающей высокие технико-экономические показатели работы.

Такие исследования были проведены в ШахтНИУИ.

### **3.1.1. Методика и аппаратура для проведения исследований**

Весь комплекс поставленных задач по созданию струговой установки с высокой скоростью движения исполнительного органа может быть решён путём проведения лабораторных и теоретических исследований процесса разрушения эквивалентного углю материала стружкой большей толщины и исследованиями работы высокоскоростной установки в промышленных условиях.

Лабораторные исследования проводились на специальном стенде, разработанном ШахтНИУИ.

Стенд состоял из углцементного блока, конструкции, имитировавшей исполнительный орган струговой установки (струг), движущейся по специальным направляющим, жёстких винтовых домкратов для передвижки направляющих с конструкцией, имитировавшей струг, и привода.

Углцементный блок был изготовлен размером 12,0 м×1,15 м×1,0 м. Для его заливки были приняты следующие компоненты:

- цемент марки 400 – 1 часть по объёму;
- антрацит класса 3–6 мм – 2 части по объёму;
- антрацит класса 13–25 мм – 3 части по объёму.

Заливочная масса изготавливалась при помощи растворомешалки, в которую закладывались материалы в отношении 1:2:3 по объёму и доливалось соответствующее количество воды. Когда заливочная масса становилась однородной, её выливали в заготовленное для заливки блока место и тщательно уплотняли. После уплотнения одного слоя заливалась следующая порция заливочной массы и снова уплотнялась и т. д. Через 30 дней после заливки блок был готов для проведения исследований.

Проведённые измерения сопротивляемости углцементного блока разрушению показали, что структура его однородна по всему объёму.

Средняя сопротивляемость блока разрушению в зоне резания по прибору ДКС составляла 120 кН/м. Плотность материала блока была равна 1740 кг/м<sup>3</sup>.

Имитация струга (далее – струг) представляла собой сварную металлоконструкцию, перемещающуюся по направляющей раме на четырёх катках. Для восприятия боковых усилий отжима на струге были установлены горизонтальные катки. Таким образом, при движении струга исключалось влияние нелинейности сил трения скольжения на характер усилий в тяговой цепи.

Плита струга имела ряд резьбовых отверстий для крепления резцедержателей. Резцедержатели могли быть расположены на расстоянии от 150 мм до 600 мм от почвы с минимальным расстоянием друг от друга 75 мм. Для установки резцов под различными углами в горизонтальной и вертикальной плоскостях предусматривались сменные резцедержатели и проставки. Конструкция струга позволяла производить разрушение блока одним или несколькими резцами.

Направляющая рама состояла из отдельных секций коробчатого типа, соединяемых между собой накладками и болтами. Подача рамы на забой производилась винтовыми домкратами, снабжёнными гидравлическими мессдозами для регистрации отжимающих усилий. Привод стенда состоял из редуктора со сменными шестернями, электродвигателя мощностью 50 кВт и турбомуфты. В качестве тягового органа применялась круглозвенная цепь калибра 18 мм с шагом 64 мм.

Разрушение углицементного блока проводилось одиночным резцом и группой резцов при различных скоростях струга: 0,26; 0,35; 0,52; 0,98; 1,36; 1,58; 1,97 м/с. Перед началом исследований на углицементном блоке наносилась сетка резов.

На каждой скорости вначале производилось снятие стружки резцом, работающим в режиме углового резания; затем снималась стружка резцом в заблокированном режиме; следующий рез – резцом, работающим в режиме углового резания. После этого производилось снятие стружки группой из 5 резцов. Эти резцы работали в режиме полублокированного резания. Оставшаяся часть разрушалась резцом, работающим в режиме свободного резания.

В связи с высокой прочностью углицементного блока толщина стружки принималась равной 50 мм. При этом

определялась рациональная скорость струга по удельным затратам энергии на разрушение блока.

В качестве режущего инструмента применялись почвенные струговые резцы. Все измерения производились при остром режущем инструменте.

При исследовании разрушения блока резцами измерялись тяговые усилия в цепи, мощность, потребляемая электродвигателем привода, скорость движения струга, усилия отжима, толщина снимаемых стружек и сортовой состав углицементной массы.

Тяговые усилия определялись тензометрическим динамометром. Динамометр представлял собой специальное разъёмное тензометрическое звено, устанавливаемое в разрез рабочей ветви тяговой цепи непосредственно у струга. Выход с тензодинамометра подавался через усилитель на осциллограф. Мощность, потребляемая электродвигателем привода, записывалась самопишущим киловаттметром с токовой приставкой и одновременно осциллографом.

Скорости движения струга определялись измерительной аппаратурой, при этом скорость также записывалась с применением осциллографа.

Усилия отжима определялись гидравлическими мессдозами, установленными на каждом домкрате. Требуемая толщина стружки устанавливалась выдвиганием штоков домкратов.

Электрические и тяговые измерения производились также при холостом ходе струга и при ходе струга назад после снятия стружки на различных скоростях.

Весь комплекс измерений позволил определить основные режимы работы одиночного резца и группы резцов при разрушении блока на различных скоростях резания, а также влияние последних на характер разрушения.

### ***3.1.2. Исследование производительности системы «струг-конвейер» и выбор рациональной скорости движения исполнительного органа***

На производительность струговых установок большое влияние оказывает соотношение скоростей движения струга и

скребковой цепи конвейера. Это соотношение может быть двояким:

– первое – скорость струга  $v_c$  меньше скорости скребковой цепи  $v_k$ , т.е.  $\frac{v_c}{v_k} < 1$ ;

– второе – скорость струга  $v_c$  больше скорости скребковой цепи конвейера  $v_k$ , т.е.  $\frac{v_c}{v_k} > 1$ .

Как в первом, так и во втором случае чаще всего лимитирующим является грузопоток угля по транспортной цепочке, включающей струговой конвейер.

При соотношении скоростей движения  $\frac{v_c}{v_k} < 1$  грузопоток угля по струговому конвейеру определяется при движении струга и цепи конвейера в одном направлении:

$$q_k^h = \frac{Q_c}{1 - \frac{v_c}{v_k}} = \frac{60mhv_cK}{1 - \frac{v_c}{v_k}}, \text{ м}^3/\text{мин.}$$

При движении в разных направлениях:

$$q_k^b = \frac{Q_c}{1 + \frac{v_c}{v_k}} = \frac{60mhv_cK}{1 + \frac{v_c}{v_k}}, \text{ м}^3/\text{мин.},$$

где  $m$  – мощность пласта, м;

$h$  – толщина стружки, м;

$K$  – коэффициент разрыхления антрацита.

При этом на конвейере постоянно будет находиться только одна стружка. При движении струга и цепи конвейера в одном направлении грузопоток будет наибольший. Отношение грузопотоков составляет:

$$\frac{q_k^h}{q_k^b} = \frac{1 + \frac{v_c}{v_k}}{1 - \frac{v_c}{v_k}} = \frac{v_k + v_c}{v_k - v_c}.$$

Например, для струговой установки 1С2320Н это соотношение составит:

$$\frac{q_k^h}{q_k^b} = \frac{0,92 + 0,48}{0,92 - 0,48} = 3,18.$$

Поэтому для некрепких углей, где при работе струга возможны большие стружки, необходимо проверять пропускную способность стругового конвейера при движении струга и скребковой цепи в одном направлении. Известно, что производительность конвейера равна

$$Q_k = 60Fv_k, \text{ м}^3/\text{мин},$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения грузопотока,  $\text{м}^2$ ;

$v_k$  – скорость движения конвейера,  $\text{м}/\text{с}$ .

Поперечное сечение максимального грузопотока легко определяется, если приравнять грузопоток и производительность конвейера:

$$q_b^h = Q_k.$$

При этом получим

$$F_{\max} = \frac{60mhv_cK}{60v_k \left(1 - \frac{v_c}{v_k}\right)} = \frac{Kmh \frac{v_c}{v_k}}{1 - \frac{v_c}{v_k}}, \text{ м}^2.$$

Для конвейера струговой установки 1С2320Н площадь загрузочного сечения жёлоба, определённая расчётным путём, составляет  $0,15 \text{ м}^2$ . При эксплуатации струговых установок 1С2320Н было установлено, что площадь поперечного сечения грузопотока значительно больше площади загрузочного сечения жёлоба конвейера. В одной лаве сечение грузопотока составляло  $0,178 \text{ м}^2$ , а в другой –  $0,224 \text{ м}^2$ .

Большое сечение грузопотока объясняется тем, что уголь не является идеальным сыпучим материалом. Поэтому при проектировании следует принимать максимально возможную площадь сечения жёлоба конвейера – в 1,5 раза больше расчётной. Исходя из максимально допустимого сечения жёлоба, можно подсчитать и максимально возможную толщину снимаемой стружки при движении струга вниз:

$$h_{\max} = \frac{F \left( 1 - \frac{v_c}{v_k} \right)}{Km \frac{v_c}{v_k}}, \text{ м.}$$

Для струговой установки 1С2320Н максимальная толщина стружки равна:

$$h_{\max} = \frac{0,22 \left( 1 - \frac{0,48}{0,92} \right)}{1,5m \frac{0,48}{0,92}} = \frac{0,135}{m}, \text{ м.}$$

Зависимость максимальной толщины стружки от мощности пласта при  $v_c < v_k$  имеет гиперболический характер. При движении струга и цепи конвейера в разных направлениях (когда  $v_c < v_k$ ) перегрузка конвейера невозможна.

Повышение скорости движения струга может быть достигнуто двумя способами:

1) одновременно с увеличением скорости движения струга увеличить и скорость движения скребковой цепи с сохранением соотношения  $\frac{v_c}{v_k} < 1$ ;

2) при существующей скорости движения скребковой цепи конвейера увеличить скорость движения струга с получением соотношения  $\frac{v_c}{v_k} > 1$ .

При первом способе для установки 1С2320Н ограничивающим фактором является невозможность значительного увеличения скорости движения скребковой цепи.

При втором способе  $\frac{v_c}{v_k} > 1$  струг при своём движении в одном направлении со скребковой цепью при навалке оставляет уголь за собой на конвейере, при обратном ходе струга уголь наваливается уже на загруженный конвейер. Возможен такой момент, когда на конвейере будет находиться уголь от нескольких проходов струга. Если принять, что длина строгаемого участка лавы  $L$  равна длине конвейера, струг

работает без остановок, и реверс его при изменении направления движения происходит мгновенно, то количество стружек, находящихся на конвейере, будет зависеть от соотношения  $\frac{v_c}{v_k}$ .

При этом становится очевидной необходимость определения максимальных грузопотоков по конвейеру и установления максимально допустимой толщины снимаемой стругом стружки.

Для вывода необходимых формул предварительно рассмотрим несколько случаев соотношений  $\frac{v_c}{v_k}$ : 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,

9 и т. д. Условимся, что грузопоток угля постоянно движется вниз по лаве. Нетрудно убедиться, что при чётном соотношении  $\frac{v_c}{v_k}$  (2, 4, 6, 8 и т. д.) максимальное количество стружек на

конвейере будет равно  $\frac{v_c}{v_k} + 1$ , на участке, равном  $\frac{1}{\frac{v_c}{v_k} + 1} \cdot L$ , при

нечётном соотношении (3, 5, 7, 9 и т. д.) максимальное количество стружек будет равно  $\frac{v_c}{v_k}$  на участке конвейера,

равном  $\frac{v_k}{v_c} \cdot L$ . При этом стружек от хода струга вверх (разное

направление) будет в обоих случаях на единицу больше, чем стружек при ходе струга вниз (одно направление). Это значит, что при максимальном грузопотоке и чётном соотношении

скоростей  $\frac{v_c}{v_k}$  количество стружек будет равно  $\frac{v_c}{2v_k} + 1$  при

движении струга вверх и  $\frac{v_c}{2v_k}$  при движении струга вниз, а при

нечётном соотношении соответственно  $\frac{v_c + 1}{2} \cdot \frac{v_k}{v_c}$  и  $\frac{v_c}{2}$ .

При соотношениях скоростей  $\frac{v_c}{v_k}$ , выраженных любым рациональным числом, максимальный грузопоток будет равен количеству стружек, определённых ближайшим большим значением нечётного натурального ряда. Например, при  $1 < \frac{v_c}{v_k} \leq 3$  будет иметь место максимальный грузопоток угля, равный 3 стружкам на каком-то участке длины конвейера, а при  $3 < \frac{v_c}{v_k} \leq 5$  – 5 стружкам и т. д.

Фактический грузопоток угля на конвейере при одном ходе струга для одного направления движения струга и цепи конвейера при  $\frac{v_c}{v_k} > 1$  определяется формулой:

$$q_k^h = \frac{Q_c}{\frac{v_c}{v_k} - 1} = \frac{60mhv_cK}{\frac{v_c}{v_k} - 1}, \text{ м}^3/\text{мин.}$$

Отсюда можно подсчитать максимальный грузопоток угля для чётного соотношения скоростей:

$$\begin{aligned} Q_{\max}^{\text{чётн}} &= q_k^h \frac{v_c}{2v_k} + q_k^b \left( \frac{v_c}{2v_k} + 1 \right) = \frac{Q_c}{\frac{v_c}{v_k} - 1} \cdot \frac{v_c}{2v_k} + \frac{Q_c}{\frac{v_c}{v_k} + 1} \left( \frac{v_c}{2v_k} + 1 \right) = \\ &= \frac{Q_c}{2} \left( \frac{v_c}{v_c - v_k} + \frac{v_c + 2v_k}{v_c + v_k} \right), \text{ м}^3/\text{мин;} \end{aligned}$$

При нечётном соотношении скоростей  $\frac{v_c}{v_k}$  грузопоток угля у разгрузочной головки конвейера будет постоянный и равен производительности струга. Следовательно, для достижения постоянного грузопотока из струговой лавы необходимо иметь нечётные соотношения  $\frac{v_c}{v_k}$  и ближайшее, равное 3. При всех

других соотношениях  $\frac{v_c}{v_k}$  грузопоток угля из лавы будет переменным.

Грузопоток по конвейеру определяется по выражению:

$$Q_{\max}^k = q_k^h(n+1) + q_k^b(n+2) = \frac{Q_c}{\frac{v_c}{v_k} - 1}(n+1) + \frac{Q_c}{\frac{v_c}{v_k} + 1}(n+2), \text{ м}^3/\text{мин},$$

где  $n$  – любое числовое значение (0, 1, 2, 3 ...), соответствующее соотношению  $\frac{v_c}{v_k}$  в определённом промежутке между двумя смежными нечётными числами натурального ряда и выражаемыми соответственно  $(2n+1)$  и  $(2n+3)$ .

Площадь поперечного сечения максимального грузопотока равна:

$$F_{\max} = \frac{Q_c(n+1)}{\left(\frac{v_c}{v_k} - 1\right)60v_k} + \frac{Q_c(n+2)}{\left(\frac{v_c}{v_k} + 1\right)60v_k} = Km h \left[ \frac{v_c(n+1)}{v_c - v_k} + \frac{v_c(n+2)}{v_c + v_k} \right], \text{ м}^2.$$

Максимально допустимая толщина снимаемой стружки определится по выражению:

$$h_{\max} = \frac{F}{Km v_c \frac{n+1}{v_c - v_k} + \frac{n+2}{v_c + v_k}} = \frac{F(v_c^2 - v_k^2)}{Km v_c [(2n+3)v_c - v_k]}, \text{ м}.$$

Зависимость максимальной толщины стружки от мощности пласта при  $v_c > v_k$  также имеет гиперболический характер. При этом толщина стружки в 2 раза меньше, чем при  $v_c < v_k$ .

Анализ приведённых выше формул показывает, что увеличение соотношений скорости струга и конвейера свыше 3 нецелесообразно, так как ведёт к значительному снижению допустимой толщины снимаемой стружки, неоправданному росту скорости движения струга без увеличения производительности струговой установки.

Проведённые исследования показали, что наиболее целесообразно по энергетическим соображениям соотношение скоростей движения струга и скребковой цепи конвейера не более трёх.

### 3.1.3. Исследования тяговых усилий исполнительного органа при различных скоростях его движения

Нагрузки в цепи, образующиеся в процессе работы экспериментальной установки, имеют ярко выраженный переменный характер. Величина размаха тяговых усилий и их частота зависят от средней скорости движения.

Анализ полученных осциллограмм показал, что при малых скоростях струга размах колебаний весьма велик, пиковые значения тяговых усилий достигают двукратной и более величины относительно среднего значения. С увеличением скорости движения струга размах колебаний уменьшается. При средней скорости 1,97 м/с максимальные колебания достигают только полутора кратных величин среднего значения.

Было установлено, что с увеличением скорости струга вероятность появления в тяговой цепи экстремальных нагрузок уменьшается.

Расчёт коэффициента динамичности по формуле

$$K_D = \frac{F_{\text{сп}}^{\text{пик}}}{F_{\text{сп}}},$$

где  $F_{\text{сп}}^{\text{пик}}$  – средняя величина максимальных тяговых усилий

( $F_{\text{сп}}^{\text{пик}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} F_{i \text{ пик}}}{n_1}$ , где  $F_{i \text{ пик}}$  –  $i$ -ое максимальное тяговое усилие,

$n_1$  – количество максимальных значений за время замера);

$F_{\text{сп}}$  – средняя величина тяговых усилий ( $F_{\text{сп}} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{n}$ , где

$F_i$  –  $i$ -ое значение тягового усилия,  $n$  – количество экстремальных значений тяговых усилий за время замера), показал, что с увеличением средней скорости движения струга коэффициент динамичности  $K_D$  уменьшается. Он резко снижается при увеличении скорости до 1,36 м/с, дальнейшее увеличение скорости не приводит к его существенному уменьшению. Коэффициент динамичности при работе одним резцом выше, чем

при работе группы резцов. Это подтверждается также визуальными наблюдениями за работой струга.

Частота колебаний тяговых усилий  $f_F$  в диапазоне скоростей 0,26–0,98 м/с находится в пределах 3–7 Гц и практически не меняется. При дальнейшем увеличении скорости движения струга  $f_F$  увеличивается.

Таким образом, с увеличением скорости движения исполнительного органа размахи колебаний тяговых усилий уменьшается, частота колебаний растёт, вероятность появления экстремальных тяговых усилий и коэффициент динамичности уменьшаются.

### **3.1.4. Исследования изменения скорости движения исполнительного органа в зависимости от её средней величины**

При исследованиях было установлено, что скорость струга, также как мощность и тяговые усилия, имеет явно выраженный переменный характер. Минимальные и максимальные значения скорости различны для различных средних её величин.

При средних скоростях движения до 0,52 м/с включительно минимальные значения скоростей очень малы, скорость нередко падает до нуля, т. е. в процессе работы имеют место кратковременные остановки струга. Иногда скорость меняет знак на обратный. С ростом средней скорости растут абсолютные значения максимальных и минимальных скоростей, а также их средние значения  $v_{\max}^{\text{cp}}$  и  $v_{\min}^{\text{cp}}$ :

$$v_{\max}^{\text{cp}} = \frac{\sum v_{\max i}}{n};$$
$$v_{\min}^{\text{cp}} = \frac{\sum v_{\min i}}{n},$$

Где  $v_{\max i}$  и  $v_{\min i}$  – соответственно максимальные и минимальные значения мгновенных скоростей;

$n$  – количество пиков скорости.

При малых скоростях резания  $v_{\max}^{\text{cp}}$  и  $v_{\min}^{\text{cp}}$  существенно отличаются от  $v_{\text{cp}}$ . С увеличением средней скорости движения

средние значения максимальных и минимальных скоростей приближаются к  $v_{cp}$  и при скоростях свыше 0,98 м/с очень мало отличаются друг от друга и от средней скорости.

Наблюдения показали, что при высоких скоростях процесс резания происходит плавно, без резких толчков или остановок.

Было установлено, что как для группового, так и для одиночного блокированного резания с увеличением скорости частота колебаний растёт пропорционально средней скорости движения. Следовательно, количество колебаний скорости струга на единицу длины блока при изменении скорости остаётся постоянным и не зависит от скорости движения. Это говорит о том, что скорость струга не оказывает существенного влияния на характер разрушения блока (сетка резцов при этом сохраняется практически неизменной).

Частота колебаний скорости при групповом резании гораздо выше, чем при одиночном, но увеличение частоты не пропорционально увеличению количества работающих резцов.

Таким образом, с увеличением средней скорости струга величина максимальных и минимальных значений скоростей приближается к средней. При малых скоростях в процессе работы имеют место кратковременные остановки струга.

### ***3.1.5. Исследования зависимости тяговых усилий от скорости движения исполнительного органа***

Тяговые усилия при работе резцов складываются из усилий на срез, на преодоление сопротивлений трению резцов о забой и усилий холостого хода (перемещение струга и цепи):

$$F = F_{\text{разр}} + F_{\text{тр}} + F_{\text{хх}}.$$

Можно предположить, что при постоянном сечении стружки тяговые усилия на срез  $F_{\text{разр}}$  при различной скорости движения остаются постоянными. Также не изменяются усилия холостого хода, которые в нашем эксперименте весьма малы.

Таким образом, единственной составляющей тягового усилия, которая может изменяться при изменении скорости,

является  $F_{\text{тр}}$ . Усилия на преодоление сопротивлений трению определяется по известной формуле:

$$F_{\text{тр}} = fR,$$

где  $f$  – коэффициент трения,

$R$  – нормальное давление, равное усилию отжима.

Что касается коэффициента трения, то различают коэффициент трения движения  $f_{\text{д}}$  и коэффициент трения покоя  $f_{\text{п}}$ . Известно, что  $f_{\text{п}} > f_{\text{д}}$ . При малых скоростях перемещения коэффициент трения близок к  $f_{\text{п}}$ , начиная же с некоторой критической скорости он становится близким  $f_{\text{д}}$  и при дальнейшем её увеличении существенно не изменяется.

Необходимо было установить, как изменяется коэффициент трения при увеличении скорости от 0,26 м/с до 1,97 м/с. Для этой цели были использованы данные, полученные при протягивании назад струга с резцами после снятия стружки. При этом резцы своими задними гранями тёрлись о борозды в углеродистом блоке, и тяговые усилия реализовались только на преодоление сопротивлений трению. Следует отметить, что отжимающие усилия при этом были постоянными при всех скоростях струга. Анализ данных показал, что тяговые усилия в диапазоне от 0,26 м/с до 0,7 м/с значительно выше, чем в диапазоне 0,7–1,97 м/с, где они с изменением скорости изменялись незначительно. При проведении эксперимента тяговые усилия зависели только от коэффициента трения, т. е. изменения коэффициента трения идентичны изменению  $F_{\text{тр}}$  при изменении  $v_{\text{ср}}$ .

Таким образом, было установлено, что с увеличением скорости струга коэффициент трения резцов о забой уменьшается. В этом отношении он ведёт себя аналогично с коэффициентом трения металла о металл. Хотя механизмы образования коэффициентов трения при этом различны, результаты весьма схожи.

При изменении скорости от 0,26 м/с до 0,7 м/с коэффициент трения резцов о забой высок, поэтому и усилия на преодоление сопротивления трению велики. Дальнейшее повышение скорости

приводит к уменьшению коэффициента трения, и, следовательно, и тяговых усилий.

В шахтных условиях, где кроме трения резцов о забой имеется ещё ряд других узлов трения, например, трение подконвейерной плиты о почву, корпуса струга о рештачный став и др., критическая скорость движения, при которой коэффициент трения начинает резко падать, сдвигается в сторону бо́льших скоростей. Кроме того, наличие длинной тяговой цепи приводит к большим колебаниям тяговых усилий и скорости.

Таким образом, при увеличении скорости струга тяговые усилия уменьшаются, и их величина стремится к определённой постоянной величине. Это объясняется уменьшением коэффициента трения при увеличении скорости струга.

Напорные усилия системы подачи струговой установки на забой от скорости струга не зависят.

В процессе исследований было установлено, что с увеличением скорости струга мощность, потребляемая электродвигателем привода струга, растёт не пропорционально скорости струга. Причём темпы роста мощности ниже темпов роста скорости резания. При увеличении средней скорости струга от 0,26 м/с до 1,0–1,2 м/с удельная энергоёмкость процесса разрушения снижается, дальнейшее же увеличение скорости не ведёт к снижению энергоёмкости.

Из приведённых выше результатов можно сделать следующие выводы:

1. Разработанная методика позволила провести стендовые исследования кинестатики исполнительных органов струговых установок с использованием приборов и аппаратуры, позволяющих определить основные качественные и количественные характеристики силовых и энергетических параметров струговой выемки.

2. Для эффективной выемки крепких антрацитов необходимо увеличить удельные давления режущего инструмента исполнительного органа на забой за счёт создания новых высокопроизводительных и износостойких резцов с небольшими по площади задними гранями, а также повысить напорные усилия системы подачи струговой установки на забой и увеличить скорость движения струга.

3. На основании экспериментальных исследований разрушения углицементного блока установлено, что с увеличением скорости струга за счёт снижения коэффициентов трения резцов о забой тяговые усилия и энергоёмкость процесса строгания уменьшаются, а потребляемая мощность растёт не пропорционально увеличению скорости.

4. Существует критическая скорость струга, выше которой влияние скорости резания на процесс разрушения практически прекращается, а усилия резания стабилизируются. С увеличением скорости струга размах колебаний тяговых усилий и самой скорости уменьшаются, частота увеличивается, а коэффициенты динамичности и относительные средние максимальные и минимальные значения тяговых усилий снижаются. Динамичность процесса разрушения углицементного блока с ростом скорости улучшается, что позволяет в при высоких скоростях резания применять дозированные системы подачи струговых установок на забой.

### **3.2. Промышленные испытания струговой установки с исполнительным органом, движущимся со скоростью, превышающей скорость тяговой цепи конвейера**

На основании результатов проведённых лабораторно-стендовых исследований процесса разрушения углицементного блока стружками большого сечения при различных скоростях движения и теоретических исследований влияния скорости движения на работу струга была изготовлена струговая установка 1С2320В.

Для изготовления струговой установки 1С2320В в качестве базовой использована установка 1С2320Н на длину лавы 200 м. При этом был разработан исполнительный орган новой конструкции. Приводы струга и конвейера, распорные устройства, тяговый орган струга и конвейер струговой установки изготовлены путём переделки соответствующих узлов струговой установки 1С2320Н.

#### ***Техническая характеристика струговой установки 1С2320В***

## **А. Струг**

Производительность наибольшая (по производительности конвейера), т/ час.....	390
Скорость, м/с.....	1,44
Толщина снимаемой стружки, см.....	3–7

### ***Электродвигатели приводов:***

Количество эл. двигателей на каждом приводе.....	2
Мощность, кВт.....	40 или 50
Число оборотов в минуту.....	1485
Напряжение, В.....	660
Количество приводов.....	2
Тяговый орган.....	сварная калиброванная цепь 23×86 мм с разрывным усилием 642 кН.

Наибольшее тяговое усилие цепи (по опрокидному моменту турбомуфты), кН.....	185
--	-----

### ***Основные размеры струга, мм :***

Длина.....	3375
Ширина общая.....	1015
Ширина корпуса.....	297
Высота наименьшая.....	462
Высота наибольшая.....	662
Масса струга, кг.....	1900

## **Б. Конвейер**

Производительность наибольшая, т/час.....	390
Скорость цепи, м/с.....	0,68

### ***Электродвигатели приводов:***

Количество электродвигателей на каждом приводе.....	2
Мощность, кВт.....	32
Число оборотов в минуту.....	1480
Напряжение, В.....	660
Количество приводов.....	2

### ***Скребокная цепь:***

Тип.....	круглозвенная, 18×64 мм
Количество ветвей, шт.....	2
Расстояние между осями ветвей, мм.....	500
Шаг скребков, мм.....	1024

### **Основные размеры конвейера:**

Длина, м..... до 200

### **Сечение рабочего жёлоба, мм:**

Ширина..... 610

Глубина ..... 80

Высота рештачного става, мм..... 183

Высота борта, мм ..... 540

Масса конвейера, т..... 58,5

### **В. Средства передвижки**

**приводных головок**..... гидродомкрат

а) усилие на штоке, кН:

*при передвижке* ..... 10

*при подтягивании балки* ..... 6,4

б) давление, МПа..... 15

в) ход поршня, мм ..... 600

**конвейерного става** ..... гидродомкрат

а) усилие на штоке, кН

*при передвижке* ..... до 3

*при подтягивании*..... до 2

б) давление, МПа..... до 5,0

в) ход поршня, мм ..... 700

Общая масса струговой установки, т..... 93,0

Струговая установка оснащена исполнительным органом (стругом) отрывного действия с принудительным поворотом корпуса и поворотных державок. Струг размещается между конвейером и забоем. При помощи цепи струг протягивается вдоль груди забоя и снимает стружку угля, толщина которой регулируется при помощи сменных прокладок, укрепленных на струге. Погрузка отбитого угля на конвейер осуществляется телом струга. Выемка угля может производиться на глубину до 70 мм с оставлением верхней самообрушающейся пачки.

Прижатие конвейера и струга к груди забоя, а, следовательно, и передвижка конвейера, осуществлялось посредством гидравлических домкратов. Передвижка приводных головок установки производилась специальными гидродомкратами. Питание маслом гидродомкратов обеспечивалось насосной станцией, установленной на верхнем вентиляционном штреке.

Струг состоит из следующих основных частей: шарнирной подконвейерной плиты, корпуса, рычага поворота, поворотных державок – правой и левой, двухрезцовой крышки, органа поворота, цапфы, пластин, ограничивающих глубину стружки, изменение которой осуществляется сменными прокладками, резцов и почвенных ножей.

Шарнирная подконвейерная плита состоит из пяти частей: основной плиты, двух средних плит – правой и левой и двух крайних плит – правой и левой, которые соединены при помощи шарниров, позволяющих изгибаться в вертикальной плоскости.

Корпус поворачивается относительно основной плиты на  $6^\circ$  в обе стороны.

По обе стороны корпуса струга расположены на наклонных осях поворотные трёхрезцовые державки, соединяющиеся с корпусом посредством отрезков цепей. Два верхних резца на державках расположены горизонтально, а нижний – наклонён вниз. При повороте корпуса струга в результате натяжения цепи, происходит поворот державки, расположенной впереди корпуса струга, и резцы приближаются к забою, а нижний резец, кроме того, опускается на 10 мм ниже опорной (нижней) поверхности подконвейерной плиты.

Дальнейший поворот державок происходит в результате воздействия забоя на резцы и ограничивается упором. В этом положении конец нижнего резца опускается на 30 мм ниже опорной поверхности подконвейерных плит. Вторая (задняя по ходу) поворотная державка под воздействием забоя отводится от него.

На нижней плите установлено по одной неподвижной резцовой головке, в которые вставляются по 2 резца.

Все резцы, устанавливаемые на корпусе поворотных державок и неподвижных головках, одного типа и представляют собой укороченные на 35 мм резцы P1.000A, армированные по режущей кромке пластинкой твёрдого сплава. В процессе испытаний в связи с недостаточной стойкостью нижних резцов на поворотных державках были изготовлены и испытаны в работе резцы с усиленными пластинами твёрдого сплава.

Почвенные ножи, установленные на крайних плитах, имеют возможность регулироваться, перемещаясь по наклонной

поверхности (вниз и вперёд или вверх и назад). По нижней (режущей) кромке ножи наплавлены твёрдым сплавом.

Струговая установка 1С2320В проходила промышленные испытания в лаве пласта  $i_3^H$  «Степановский».

Пласт был разделён прослойком углистого сланца мощностью 0,01–0,05 м на две пачки – нижнюю, мощностью 0,8 м, и верхнюю, мощностью 0,5 м.

Пласт пересекали диагонально через 4–6 м прослойки кварцита мощностью 2–4 см; по всей мощности пласта имелись колчеданистые включения в виде прослойков и линз.

Уголь – антрацит повышенной крепости с сопротивляемостью разрушению в стабильной зоне в разрезной печи по нижней пачке – 217 кН/м, по верхней пачке – 317 кН/м, по пласту – 267 кН/м.

После посадки основной кровли сопротивляемость антрацита разрушению не определялась.

Непосредственная кровля пласта – песчанистый сланец, трещиноватый, средней устойчивости, мощностью 1,5–3,5 м.

Основная кровля была представлена песчаником мощностью 15 м.

Почва пласта устойчивая, волнистая, с порогами до 0,25 м.

В почве залегал крепкий песчанистый сланец, переходящий в песчаник.

Целью промышленных исследований явилось определение работоспособности скоростной струговой установки при добыче антрацитов повышенной сопротивляемости разрушению.

В соответствии с целевой установкой в период испытаний решались следующие задачи:

1) определение эффективности разрушения крепкого антрацита при высокой скорости движения струга отрывного типа с принудительным разворотом корпуса струга;

2) проверка работоспособности исполнительного органа и предварительное установление его эксплуатационной надёжности;

3) установление максимально возможной производительности исполнительного органа, определение энергоёмкости процесса выемки, пылеобразования и уровня шума в лаве при работе установки;

4) проверка устойчивости струга и его способности производить выемку угля без оставления «земника»;

5) определение сортности угля при высоких скоростях движения струга;

6) проведение хронометражных наблюдений для установления затрат времени на основные операции при работе струговой установки;

7) оценка экономической эффективности применения струговой установки.

Лавой обрабатывался участок уклонного поля. Система разработки – комбинированная, порядок отработки – к границе уклонного поля. Выемочный участок был оконтурен конвейерным и вентиляционным штреками. Для поддержания конвейерного штрека были оставлены целики угля размером 30×10 м. Вентиляционный штрек поддерживался бутовой полосой шириной 4 м. Для доставки угля из лавы проходились просек и печи. Все подготовительные выработки проводились буровзрывным способом.

В верхней и нижней частях лавы проходились ниши. Размеры ниш определялись размещаемым в них оборудованием и составляли: верхней – 8–10 м, нижней – 4 м. Верхняя ниша проходила общим забоем с вентиляционным штреком. На участке была осуществлена полная конвейеризация транспортирования угля из очистного и подготовительного забоев. Уголь из лавы поступал на скребковый конвейер, установленный по просеку. Этим конвейером уголь доставлялся к печи, оборудованной также скребковым конвейером и далее на ленточный конвейер, установленный на штреке. Уклон был оборудован ленточным конвейером, которым уголь транспортировался до коренного штрека. Погрузочный пункт уклона был оборудован стационарным реверсивным ленточным перегружателем. Доставка материалов в лаву осуществлялась по вентиляционному штреку.

Управление кровлей в лаве производилось полным обрушением. За время промышленных исследований в лаве было добыто 38,5 тыс. т угля, что соответствует площади выемки 17,7 тыс. м<sup>2</sup>. Подвигание лавы составило 108 м.

Во время промышленных испытаний были проведены измерения мощности, потребляемой электродвигателями струга, величины снимаемой стружки, запылённости воздуха, уровня шума на рабочих местах, ситовой анализ добываемого антрацита и хронометражные наблюдения в течение трёх суток.

В период устойчивой работы струговой установки специальным счётчиком были проведены длительные замеры машинного времени и активной мощности, потребляемой электродвигателями струга.

Замеры мощности, потребляемой электродвигателями струга, и толщины стружки были проведены при работе в лаве до посадки основной кровли. Суммарная мощность колебалась от 109,0 до 155,4 кВт и в среднем составляла 136,7 кВт. Электродвигатели приводов струга загружались в среднем на 70 % установленной мощности. Энергоёмкость процесса выемки составила

0,32–0,236 кВт·ч/т, при средней толщине стружки 3,3 см. Энергоёмкость по высоте исполнительного органа 0,645–0,696 кВт·ч/т.

Длительные замеры активной мощности, потребляемой электродвигателями струга, и машинного времени работы показали, что средняя потребляемая двигателями струга мощность равнялась – 115,1 кВт, энергоёмкость процесса выемки – 0,286 кВт·ч/т. Производительность струга по машинному времени изменялась в пределах 366–521 т/час и в среднем составила 405 т/час.

Замеры запылённости воздуха в лаве были проведены при неработающих средствах пылеподавления. Они показали, что основными источниками пылеобразования являлись места пересыпов угля из лавы. Запылённость воздуха на пересыпе с забойного конвейера на просековый составила 305 мг/м<sup>3</sup>, на пересыпах просек-печь-штрек – 565–585 мг/м<sup>3</sup>.

При неработающих конвейерах печи и просека запылённость в середине лавы при проходе струга была 50 мг/м<sup>3</sup>.

Шумы, создаваемые при работе струговой установки, не превышали санитарных норм.

Проведённый ситовый анализ добываемого угля (вес пробы – 9836 кг) показал, что при выемке скоростной струговой

установкой крепкого антрацита выход мелких классов (0–25 мм) снизился на 11,9 % по сравнению с выемкой узкозахватным комбайном в одинаковых условиях.

Из приведённых данных следует, что показатели работы струговой установки выше, чем у комбайна и комбайнового комплекса. Нагрузка на очистной забой в лаве со струговой установкой на 22,7 % выше, чем в лаве с комбайном и комбайновым комплексом. Производительность труда рабочего очистного забоя при работе лавы со струговой установкой выше на 11 % по сравнению с лавой при работе комбайна. Следует отметить, что при расчёте производительности труда ГРОЗ учитывались также посторонние работы, не относящиеся к добыче угля в лаве (домонтаж оборудования лавы, перекрепление просека, монтаж конвейеров в просеке и печи и т. д.). Трудозатраты на посторонние работы составили 890 человеко-смен. Поэтому фактическая производительность труда рабочих по лаве достигала в отдельные месяцы 14 т/вых.

Большая экономия получена за счёт снижения себестоимости угля по участку. Более высокая производительность труда при работе струговой установки позволила снизить затраты по заработной плате на 47,8 % по сравнению с работой комбайна и на 31,6 % по сравнению с работой комбайнового комплекса. Экономия произошла также по материалам и амортизации.

Из результатов хронометражных наблюдений следовало, что при работе установки 1С2320В машинное время на 13,1 % ниже, чем при 1С2320Н в одной лаве, и на 6,1 % ниже, чем при 1С2320Н в другой лаве. Низкий коэффициент машинного времени обусловлен большими затратами времени на разбивку «негабаритов» и отсутствием совмещения операций по подготовке лавы с очистной выемкой. Следует отметить, что время технологических перерывов и подготовительно-заключительных операций было гораздо ниже, чем при работе установок 1С2320Н.

За время хронометражных наблюдений не было зарегистрировано ни одной аварии со стругом и струговыми приводами.

Анализ хронометражных данных показал, что при улучшении организации работ машинное время струговой

установки может быть увеличено в 2–2,5 раза. Только совмещение операций по управлению кровлей с очистной выемкой позволило бы довести коэффициент машинного времени до 13–14 %, а сокращение простоев из-за неполадок на транспорте до 18–20 %. Увеличение машинного времени до 18–20 % позволяло довести производительность струговой лавы до 1700–1900 т в сутки.

При испытании струговой установки 1С2320В особое внимание обращалось на работу режущего инструмента исполнительного органа. При этом в основном предусматривалось определение износостойкости режущего инструмента, армированного пластинками твёрдого сплава, при работе с большими скоростями резания на крепком угле, а также экспериментальная отработка новых более стойких и эффективных, с точки зрения внедрения в забой, резцов.

За период промышленных исследований струговых установок 1С2320В ими было добыто около 150 тыс. т антрацита.

Результаты работы установок 1С2320В позволили установить, что высокая скорость движения струга улучшает динамику в элементах его привода и тяговой цепи, потребляемая электродвигателями струга мощность растёт не пропорционально увеличению скорости движения струга, а тяговые усилия в цепи у струга и энергоёмкость процесса выемки уменьшаются. Так, при увеличении скорости движения струга в 2,82 раза потребляемая мощность возросла всего в 2,2 раза, что совпадает и с данными лабораторных исследований по влиянию скорости резания на процесс выемки.

Была установлена практически равномерная нагрузка приводов струга при высоких скоростях его движения.

При высоких скоростях движения струга значительно повышается производительность струговой установки, при этом струг работает устойчиво, погрузка угля на конвейер осуществляется эффективно, управление работой безопасно и не вызывает осложнений у обслуживающего персонала.

После окончания промышленных испытаний струговой установки 1С2320В был произведен осмотр и обмер узлов и деталей с целью выявления их износа.

Осмотру подверглась вся установка, обмерялись детали и узлы, которые имели износ. Величина износа измерялась с помощью специальных шаблонов, измерительной линейки и штангенциркуля.

Проведённый обмер основных узлов и деталей струговой установки 1С2320В показал, что их износ находится в пределах допустимого.

Промышленные исследования опытного образца струговой установки 1С2320В дали необходимый материал для разработки технико-экономических требований к опытно-промышленным образцам струговой установки для выемки антрацитов повышенной сопротивляемости резанию. Дальнейшие работы ШахтНИУИ были направлены на создание струговых установок 2СО2623.

На основании результатов стендовых и промышленных исследований струговой установки 1С2320В были сделаны следующие выводы:

1) струговая установка 1С2320В способна обрабатывать антрацитовые пласты повышенной сопротивляемости резанию.

За период испытаний установкой отработан клиновидный целик угля площадью 17,7 тыс. м<sup>2</sup> и добыто 38,5 тыс. т. антрацита. Подвигание лавы за этот период составило 108 м. При этом по сравнению с базовой техникой, эксплуатирующейся на участке пласта в аналогичных условиях, струговая установка в период устойчивой работы обеспечила увеличение нагрузки на очистной забой соответственно на 5,0 и 22,7 % и снижение затрат по заработной плате на участке на 47,8 и 31,6 %. Производительность труда рабочих по лаве была на 11 % выше, чем при работе комбайна;

2) исполнительный орган струговой установки 1С2320В разрушал забой сопротивляемостью резанию 217 кН/м в стабильной зоне разрезной печи, а благодаря наличию шарнирной плиты и принудительному вводу в работу поворотных державок хорошо приспособлялся к неровностям почвы и не оставлял «земника»;

3) хорошие погрузочные поверхности исполнительного органа обеспечивали практически полную погрузку угля на конвейер без оставления его на струговой дороге;

4) заложенные в конструкцию струговой установки параметры по скорости движения струга, системе подачи, энерговооружённости, а также по исполнительному органу оправдали себя на практике;

5) коэффициент машинного времени при работе струговой установки составил по данным хронометражных наблюдений 7,3 %. При этом среднесуточная добыча из лавы была 806 т. Неудовлетворительное использование струговой установки во времени связано с низким техническим состоянием транспортных средств, простои по вине которых составили 18,4 % общего времени работы, и подготовкой лавы (31,7 %). Простои из-за аварий со стругом в период хронометражных наблюдений не превышали 1,0 %. Установлено, что при соответствующей организации работ коэффициент машинного времени даже при существующей технологии выемки может быть доведён до 18–20 %, что обеспечит производительность струговой установки 1700–1900 т в сутки;

б) средняя потребляемая приводами струга мощность при работе до посадки основной кровли составляла 136,7 кВт при толщине стружки 3,3 см;

7) уровень шума при работе струговой установки по данным измерений не превышал санитарных норм и находился в пределах 74–93 дБ;

8) выход мелких классов антрацита (0–25 мм) при работе скоростной струговой установки уменьшился по сравнению с выемкой стругом 1С2320Н и комбайном соответственно на 4 и 11,9 %;

9) запылённость воздуха в лаве при работе скоростной струговой установки превышала санитарные нормы и составляла 50–305 мг/м<sup>3</sup> без применения средств орошения. Основными источниками пылеобразования были места пересыпов угля и работающие конвейеры по просеку и печи. Для снижения запылённости воздуха необходимо применение комплекса мер по борьбе с пылью;

10) износостойкость основных узлов и деталей струговой установки оказалась удовлетворительной.

## Глава 4

# ИССЛЕДОВАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК ОТРЫВНОГО ТИПА

### 4.1. Создание исполнительного органа для выемки крепких антрацитов

Для расширения области применения струговых установок, предназначенных для выемки весьма тонких пластов, на более крепкие угли, в ШахтНИУИ был создан исполнительный орган с расположением опор о конвейер напротив основных групп резцов.

Исполнительный орган состоит из шарнирной подконвейерной плиты, корпуса, поворотных державок, оснащенных резцами, рычагов поворота и ограничителей толщины стружки. Корпус, соединённый жёстко с рычагом поворота, поворачивается с его помощью относительно поворотной плиты на  $6^\circ$  в обе стороны. При повороте корпуса за счёт натяжения цепи происходит поворот державки, расположенной впереди корпуса, при этом нижний резец опускается на 10 мм ниже опорной поверхности подконвейерной плиты. Дальнейший поворот державки происходит в результате воздействия на неё усилий, возникающих на резцах.

Высота исполнительного органа 460 мм, его ширина – 685 мм, ширина корпуса – 285 мм, длина 3370 или 2998 мм (в зависимости от сборки).

Промышленные исследования струга проводились при отработке угольного пласта  $K_2$ . Сопrotивляемость антрацита разрушению в стабильной зоне составляла 260–290 кН/м. Испытания показали, что струг способен разрушать пласты антрацита с повышенной сопротивляемостью. Благодаря наличию шарнирной подконвейерной плиты и эффективных средств по разрушению нижней пачки пласта, исполнительный орган не оставлял в лаве «земника».

По результатам этих исследований был изготовлен модернизированный исполнительный орган для выемки крепких антрацитов. Левый и правый корпус струга жёстко закреплены на

основной плите. Поворотные державки соединены между собой отрезком цепи, длина которой, а, следовательно, и поворот державок, регулируется стяжной муфтой. Поворот державок происходит за счёт усилий резания, он ограничивается регулируемыми упорами.

Основные размеры струга: высота 315–470 мм (регулируется ступенчато съёмными проставками), ширина – 875 мм, ширина корпуса – 280 мм, длина – 3042 мм. Промышленные испытания модернизированного струга проводились в тех же условиях, что и испытания струга первоначальной конструкции.

Применение модернизированного исполнительного органа позволило увеличить нагрузку на очистной забой, повысить производительность труда ГРОЗ, снизить себестоимость добываемого угля. Толщина стружки по сравнению с серийным стругом возросла на 32,2 %, а энергоёмкость процесса выемки снизилась на 20,8 %. Показатели надёжности струга оказались значительно выше, чем у серийного, а срок службы в 3 раза больше.

В дальнейшем была осуществлена ещё одна модернизация конструкции и был изготовлен новый исполнительный орган для выемки крепких антрацитов. Решено было провести стендовые испытания этого органа.

Исполнительный орган состоит из следующих основных частей: подконвейерной плиты; крайних плит; двух корпусов; ограничителей толщины стружки; опор; резцов, почвенных резцов, кронштейнов; почвенных ножей и дополнительного груза.

### ***Техническая характеристика***

*Габариты, мм:*

Длина .....	3570
Ширина (без резцов) .....	1006
Высота	
макс. ....	485
мин. ....	325
Ширина корпуса, мм .....	260
Вылет резцов относительно ограничителя стружки, мм .....	55–75
Размер по опорным элементам, мм .....	2070

Масса, кг.....	2180
в том числе дополнительного груза, кг.....	400

Целью стендовых исследований явилось установление общей работоспособности струга, эффективности разрушения крепкого углицементного блока по сравнению с обычным стругом, а также определение качественных и количественных силовых и энергетических характеристик струга при различных режимах его работы.

В процессе исследований определялись:

- характер и средние величины тяговых усилий и мощности, потребляемой приводами струговой установки при различных сборках крайних плит струга;

- рациональная величина давления системы подачи, удерживающей исполнительный орган в забое;

- работоспособность струга с расположением опорных элементов в районе основной группы режущего инструмента;

- преимущества и недостатки исполнительного органа.

При проведении исследований давление в системе гидродомкратов подачи задавалось равным 2,0; 3,0; 4,0 и 5,0 МПа.

Скорость движения струга была неизменной и составляла 1,0 м/с.

Измеряемые параметры, а именно: давление в гидродомкратах подачи; усилие в тяговой цепи; амплитуда колебания продольной оси струга – регистрировались приборами.

Мощность, потребляемая приводами струга, общая и каждого в отдельности, фиксировалась самопишущим киловаттметром. Напротив углицементного блока на каждом рештаке был установлен датчик-репер. Прохождение резцов корпуса струга мимо репера отмечалось «всплеском» на осциллографе. Это позволило определять на осциллографе положение струга относительно рештачного става и углицементного блока в нужный момент времени.

Во всех опытах движение исполнительного органа со снятием стружки было принято в одном направлении.

Исполнительный орган испытывался на стенде, оборудованном струговой установкой отрывного действия длиной 36 м и

углецементным блоком длиной 25 м. Сопrotивляемость углецементного блока резанию была 206 кН/м. На приводах струга стояли два электродвигателя длительной мощностью по 75 кВт каждый.

Стендовые исследования показали, что исполнительный орган эффективно разрушал крепкий углецементный блок, он устойчив, обеспечивает погрузку разрушенного материала на скребковый конвейер.

Далее были проведены его исследования в промышленных условиях.

Целью шахтных исследований струга являлось:

- проверка в промышленных условиях работоспособности струга с расположением опорных элементов на рештках конвейера в районе основной группы режущего инструмента;
- установление основных энергетических и технико-экономических показателей работы струга;
- проверка погрузочной способности струга;
- проверка управляемости стругом в плоскости пласта;
- выявление конструктивных, эксплуатационных преимуществ и недостатков исполнительного органа, а также разработка рекомендаций по дальнейшему его совершенствованию.

Исследования струга проводились при отработке угольного пласта  $i_3^H$  «Степановский» в составе струговой установки 1СО2420. Мощность пласта 1,4 м. Длина лавы 150 м. Угол падения пласта 15–17°. В почве пласта имелся прослойка углесто-глинистого сланца мощностью 0,1–0,3 м. Мощность нижней угольной пачки – 0,75–0,85 м. Сопrotивляемость антрацита резанию составляла 207 кН/м. В кровле пласта залегал песчано-глинистый сланец средней крепости ( $f = 5-6$ ), средней устойчивости, мощностью до 8 м. В основной кровле залегал устойчивый песчаник и песчанистый сланец ( $f = 7-8$ ). В почве пласта залегал крепкий песчаник ( $f = 7-8$ ). Гипсометрия почвы пласта порожистая. По всей длине лавы верхняя пачка пласта была прочно спаяна с непосредственной кровлей.

Система разработки – сплошная. Для поддержания вентиляционного штрека в выработанном пространстве выкладывались деревянные костры и бутовая полоса длиной по падению 5 м.

Коренной штрек поддерживался целиками угля размерами 20×60 м. Для обеспечения нормальной работы струга в верхней и нижней частях лавы проходились ниши по падению пласта: верхняя – 8 м, нижняя – 3,5 м.

Струг эффективно разрушал забой, был устойчив и проходил вдоль лавы без клинений. В процессе промышленных исследований подвигание лавы составило около 200 м, было добыто 41000 т антрацита.

Струг работал устойчиво, имел хорошую погрузочную способность, обеспечивал эффективное разрушение угольного забоя с сопротивляемостью резанию более 207 кН/м.

Стеновые и шахтные исследования стругов показали, что струговые установки отрывного типа могут эффективно работать на тонких пластах крепких антрацитов.

## **4.2 Создание исполнительных органов, обеспечивающих выемку тонких пластов на полную мощность**

### ***4.2.1 Исполнительный орган с рессорной регулировкой высоты***

Создание струговых установок для выемки тонких пластов на полную мощность является сложной технической проблемой, которую решают все организации, создающие струговую технику.

Одним из направлений её решения явилось создание в ШахтНИУИ исполнительного органа (струга) с рессорной регулировкой высоты, общий вид которого представлен на рис. 2.6.

Исполнительный орган с рессорной регулировкой высоты предназначен для выемки угля под зависающей верхней пачкой с целью выемки на всю мощность пласта и исключения затирания крышек исполнительного органа о зависающую верхнюю пачку, исключения заклинивания исполнительного органа между кровлей

и почвой пласта, а также в условиях эксплуатации, где верхняя пачка угля не зависит – с целью снижения энергозатрат на выемку.

### ***Техническая характеристика***

Тип струга .....	Отрывной
Режущий инструмент.....	Резцы РС3 и РС4 и зубки ЗР2.80 или ЗР4.80
Скорость движения струга, м/с .....	0,77; 1,72
Высота исполнительного органа, м .....	0,7 ... 1,2
Ход резцовой головки, м .....	0,06
Усилие, воспринимаемое резцовой головкой, кН .....	до 12

### ***Область применения:***

Мощность пласта, м.....	0,7...1,2
Угол падения, градус .....	до 25
Сопrotивляемость пласта резанию, кН/м .....	до 250
Верхняя пачка пласта.....	без ограничения по фактору самообрушения

Сравнительные исследования серийного исполнительного органа и исполнительного органа с рессорной регулировкой высоты проводились на полнометражном стенде ШахтНИУИ, оборудованном струговой установкой 1СО2620. Углецементный блок имел длину 30 м и мощность 0,9 м. Шаг расстановки гидроцилиндров подачи 3 м. Образованный «козырёк» (нависающая верхняя пачка) составил по мощности 0,25 м и в глубину 0,8 м.

Исследования серийного исполнительного органа и исполнительного органа с рессорной регулировкой высоты проводились при двух скоростях движения, 0,77 и 1,72 м/с, и давлении в системе подачи порядка 4,0 МПа.

При работе струговой установки производились измерения мощности, потребляемой электродвигателями, моментов на валах, толщины снимаемой стружки с одновременной регистрацией давления в напорной магистрали.

При работе исполнительного органа с рессорной регулировкой высоты средняя толщина снимаемой стружки составила: при скорости 0,77 м/с – 5,25 см, а при скорости 1,72 м/с – 4,5 см, что соответственно на 1,75 см и на 0,75 см

больше, чем при серийном исполнительном органе. При скорости 0,77 м/с средняя мощность, потребляемая приводами, составила 196 кВт, что на 27,5 кВт больше, а удельная энергоёмкость процесса разрушения оказалась на 28 % меньше, чем при серийном исполнительном органе. При скорости 1,72 м/с средняя потребляемая мощность составила 423 кВт, что на 43 кВт больше, а удельная энергоёмкость процесса разрушения оказалась на 14 % меньше по сравнению с серийным исполнительным органом.

Уменьшение удельной энергоёмкости процесса разрушения, при увеличении высоты обработки забоя исполнительным органом с рессорной регулировкой высоты объяснялось снижением потерь на трение за счёт податливости верхней группы резцов, исключаяющей «затирание» крышек, а также увеличением толщины стружки и, соответственно, увеличением объёма отбитой углецементной массы.

Увеличение толщины снимаемой стружки произошло из-за жёсткого соединения левого и правого корпусов исполнительного органа, препятствующего его развороту вокруг ограничителя толщины стружки и отходу его от забоя при установившейся толщине стружки.

В процессе исследований полностью подтвердились заложенные в изделии технические решения:

- схема набора режущего инструмента на резцовой головке работоспособна, резцы не «затираются» и не оставляют межрезцовых целиков;

- податливый элемент, выполненный в виде 2-х листов рессор, работоспособен и полностью выполняет свои функции;

- податливый элемент исключает «затирание» исполнительного органа и его заклинивание между почвой и кровлей пласта;

- применение резцовой головки, установленной на пакете рессор, снижает удельную энергоёмкость процесса выемки угля на 14–28 %.

Результаты исследований работы исполнительного органа с рессорной регулировкой высоты явились базой для создания в ШахтНИУИ исполнительного органа с гидравлической регулировкой высоты.

#### **4.2.2. Исполнительный орган с гидравлической регулировкой высоты**

Общий вид исполнительного органа с гидравлической регулировкой высоты представлен на рис. 2.7.

Разрушение верхней пачки пласта осуществляется резцами верхнего поворотного резцедержателя, размещающегося на гидровставке (рис. 2.8).

Исследования исполнительного органа с гидравлической регулировкой высоты были проведены на стенде ШахтНИУИ. Испытательный стенд был оборудован двумя приводами для исполнительного органа и конвейерным ставом с направляющими кожухами. На приводах исполнительного органа устанавливалось по одному электродвигателю мощностью 105 кВт каждый, при испытании исполнительного органа со скоростью 0,5 м/с устанавливалось два двигателя по 32 кВт. Соединение двигателей с редукторами осуществлялось с помощью жёстких зубчатых муфт.

Изменение скорости движения исполнительного органа осуществлялось установкой редукторов привода с различным передаточным отношением.

Стендовые исследования опытного образца исполнительного органа с гидравлической регулировкой высоты проводились при трёх скоростях движения (в три этапа).

1-й этап – испытания при скорости движения исполнительного органа (струга)  $v_c = 0,5$  м/с;

2-й этап – при  $v_c = 1,0$  м/с;

3-й этап – при  $v_c = 1,5$  м/с.

При этом определялся КПД выдвигной колонки как отношение разности усилия, подаваемого на поршень гидроцилиндра, и сопротивления его перемещению к усилию, подаваемому на поршень.

Наблюдения показали, что наличие на исполнительном органе гидровставки практически не отразилось на погрузочной способности базовой конструкции. При разрушении блока на высоту до 0,8 м и толщине стружки 2–2,5 см исполнительный орган работал устойчиво без оставления земника.

Фиксация выдвижной колонки гидровставки перекрытием запорных клапанов гидроаккумуляторов предотвращала движение колонки вниз, однако при этом сохранялась возможность перемещения вверх.

На основании проведенных стендовых исследований опытного образца исполнительного органа с гидравлической регулировкой высоты установлено следующее:

1) принципиальная гидрокинематическая схема исполнительного органа является работоспособной;

2) исполнительный орган эффективно разрушал углицементный блок с сопротивляемостью резанию 258 кН/м при шаге расстановки домкратов 2,7 м и давлении в напорной магистрали 4 МПа. Резцы верхнего поворотного резцедержателя обеспечивали разрушение верхней пачки углицементного блока, повторяя заданную гипсометрию кровли при среднем давлении в гидровставке 4–4,5 МПа, скоростях движения исполнительного органа от 0,5 до 1,5 м/с и толщине стружки около 2 см;

3) наименьший перепад давлений в гидросистеме при полностью выдвинутой и опущенной выдвижной колонке достигался в том случае, если давление закачки жидкости соответствовало или было меньше начального давления газа в аккумуляторах;

4) КПД выдвижной колонки составляет 0,901–0,965 при центральной нагрузке и 0,629–0,672 при эксцентриситете около 150 мм. Для уменьшения влияния внецентренной нагрузки и вызываемых ею повышенных силах трения при вертикальных перемещениях колонки перспективной является разработка конструкции исполнительного органа, у которого поступательное движение элементов раздвижки дополнено вращательным движением.

5) показатель термодинамического процесса, протекающего в гидроаккумуляторах, практически соответствовал показателю адиабаты для азота ( $k = 1,413$ );

6) конструкция верхнего поворотного резцедержателя должна предусматривать регулировку вылета верхних резцов по отношению к уровню лыжи.

Промышленные испытания опытного образца исполнительного органа с гидравлической регулировкой высоты

были проведены в двух лавах при отработке антрацитового пласта  $i_3^H$  «Степановский», имеющего переменную мощность 0,55–0,82 м. Уголь с прослойкой глинистых сланцев мощностью 0,01 м с включениями колчедана. Пласт через 2–2,5 м разбит микросбросами с амплитудой 0,03–0,07 м, трещины которых заполнены кварцитом, а также осложнён микроскладками, что делает волнистой кровлю и почву. Характеристика лав приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Геологическая характеристика лав, в которых проводились испытания исполнительного органа с гидравлической регулировкой высоты

Характеристика	Параметры лав № 1 и № 2	
Длина лавы, м	150	150
Мощность пласта, м	0,64 – 0,82	0,55 – 0,73
Угол падения, градус	2–4	5
Сопrotивляемость угля резанию, кН/м	128	153

Непосредственная кровля представлена песчанистым сланцем мощностью 2–3 м. Основная кровля представлена песчаником с наличием плоскостей скольжения. Непосредственная и основная кровля разделены пропластком угля мощностью до 2–4 см.

В почве пласта залегает песчанистый сланец средней устойчивости. Непосредственно по контакту почвы залегает «кучерявчик», склонный к незначительному пучению, а при наличии воды – к размоканию.

Система разработки в лавах – длинными столбами по простиранию при обратном порядке отработки лав. Способ управления кровлей – полное обрушение.

В результате промышленных испытаний исполнительного органа были сделаны следующие выводы:

1) замкнутая гидросистема выдвигной колонки с использованием в качестве источника энергии газового аккумулятора обеспечивает копирование профиля кровли и разрушение верхней пачки забоя при давлении закачки 1,7 МПа и

3,3 МПа соответственно при эксплуатации в условиях одной и другой лавы;

2) затраты мощности на отделение верхней пачки пласта с сопротивляемостью резанию 153 кН/м при величине стружки 6,5–11,7 см и на преодоление сопротивлений трения исполнительного органа о почву и кровлю составляли до 20,5 кВт;

3) исполнение гидровставки в виде отдельного быстросъёмного узла создаёт эксплуатационные удобства, заключающиеся в улучшении ремонтпригодности и в возможности применения гидровставки только по необходимости.

Промышленные испытания проводились в условиях, когда изменчивость мощности угольного пласта превышала возможности по регулированию высоты исполнительного органа, заложенные в его конструкцию. Дальнейшие исследования следует сконцентрировать в направлении увеличения диапазона регулирования высоты и обеспечения поперечной устойчивости исполнительного органа при обработке угольного пласта на полную мощность.

Стендовые и промышленные испытания исполнительных органов отрывных струговых установок для обработки угольного пласта на полную мощность, разработанных ШахтНИУИ, показали их работоспособность и эффективность использования. Дальнейшее применение указанных исполнительных органов позволит существенно расширить область применения технологии струговой выемки, снизить неэффективные потери времени по выемке угля и повысить рентабельность производства.

## Глава 5

# СОЗДАНИЕ СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК ОТРЫВНОГО ТИПА

На основании результатов проведённых теоретических, стендовых и промышленных исследований и испытаний различных вариантов исполнительных органов в ШахтНИУИ были созданы и освоены в серийном производстве струговые установки отрывного типа для выемки пластов различной мощности: 1СО2420, 1СО2620, 2СО2623, 2СО3413 с симметричными исполнительными органами. Струговая установка 1СО2620 может работать с исполнительным органом с гидравлической регулировкой высоты.

### 5.1. Струговая установка 1СО2420

Струговая установка струговая 1СО2420 (рис. 5.1) предназначена для выемки угольных пластов мощностью 0,55...1,0 м с углами падений пласта при работе по простиранию до 0,437 рад (25°), по восстанию до 0,14 рад (8°) и падению до 0,0875 рад (5°), сопротивляемостью угля разрушению до 200 кН/м в неотжатой зоне и до 110 кН/м (кгс/см<sup>2</sup>) в зоне работы инструмента с самообрушающейся верхней пачкой угля в лавах длиной до 200 м. Основные технические данные струговой установки приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Технические данные струговой установки 1СО2420

Основные параметры и размеры	Норма
Струг: – высота, мм – величина опускания нижних резцов относительно нижней плоскости струга, мм, в пределах – глубина захвата, мм – скорость движения, м/с	330; 410; 490  10...28 55; 85 0,6; 1,5
2. Конвейер специальный: – высота средней части (по борту), мм – скорость движения цепи, м/с	400 1,1; 0,5
3. Тяговый орган струга конвейера	Цепь круглозвенная 24×86 мм Цепь круглозвенная 18×64 мм



Основные параметры и размеры	Норма
4. Суммарная мощность приводов, кВт: струга конвейера	2×55 (4×55) 2×55 (4×55)
5. Электрооборудование Напряжение питания, В Частота питающего напряжения, Гц Напряжение цепей управления, В	660; 127 50 18; 24; 36
Гидрооборудование Насосная станция Редуктор давления Гидроцилиндр передвижки конвейерного става Гидромагистраль Элементы соединения гидромагистрالی и гидрооборудования	
7. Система орошения (тип)	Секционная автоматическая
8. Масса установки, т	78
9. Масса комплекта поставки, т	90

## 5.2 Струговая установка 1CO2620

Струговая установка 1CO2620 (рис. 5.2) предназначена для механизации основных производственных процессов по добыче и транспортированию угля в лавах длиной до 250 м с углом падения при работе по простиранию не более 25°, по восстанию – не более 12°, по падению – не более 5° при максимальной сопротивляемости резанию в стабильной зоне пласта не менее 250 кН/м и не менее 125 кН/м – в зоне работы режущего инструмента, и может работать как с индивидуальными, так и механизированными крепями, в правом и левом забоях, с дистанционным управлением токоприемниками и с автоматическим реверсом приводов струга.

Основные технические данные установки 1CO2620 приведены в табл. 5.2

A-A ◯ (Вариант)

A-A ◯

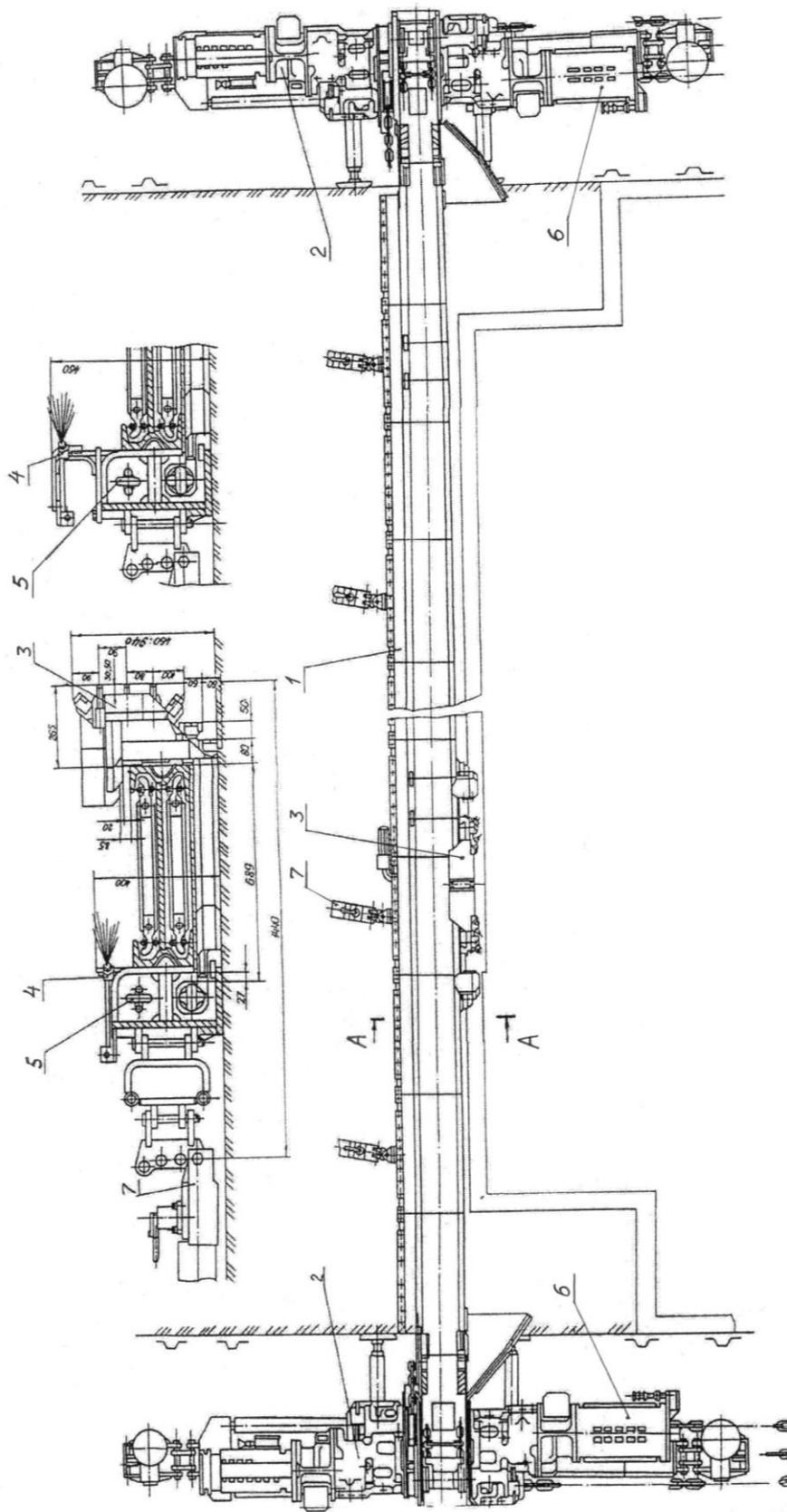


Рис. 5.2. Струговая установка 1SO2620;

1 – конвейер; 2 – привод струга; 3 – исполнительный орган (струг); 4 – орошение;  
5 – тяговый орган струга; 6 – привод струга; 7 – гидродомкрат передвижки

Таблица 5.2

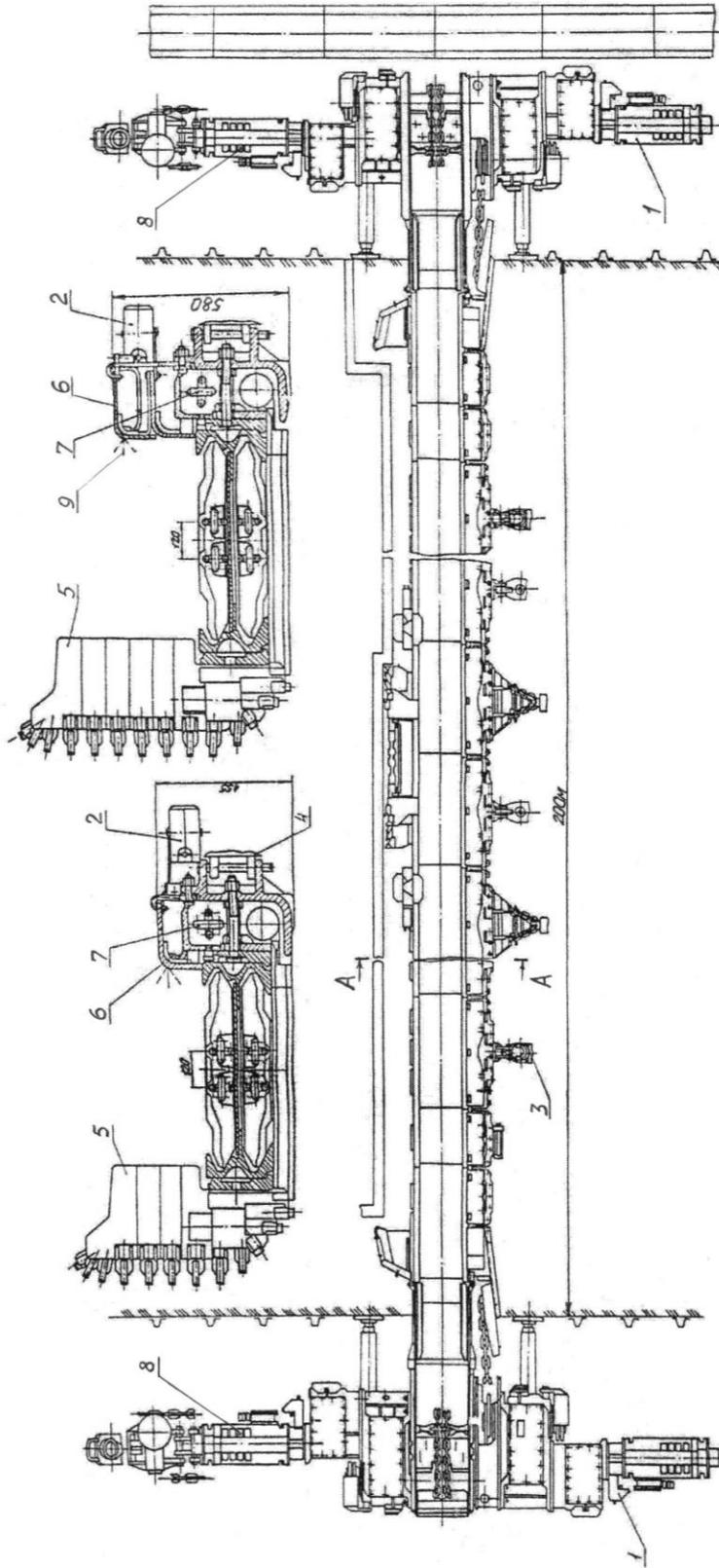
## Технические данные струговой установки 1СО2620

Наименование основного параметра и размера	Норма
Производительность очистной выемки (расчётная), м <sup>2</sup> /мин, не менее	5,2
Пределы регулирования высоты исполнительных органов (стругов), мм, СО75М.11.00.000 СО75М.26.00.000 СО75.25.00.000 АСТ.00.000	340–820 340–820 385–625 340–820
Величина опускания почвенных резцов относительно нижней плоскости струга, мм	10–21
Пределы плавной регулировки опускания почвенных зачистных резцов относительно нижней плоскости струга, мм	0–40
Вылет относительно ограничителя стружки, мм, резцов поворотных державок стругов СО75М.11, СО75М.26, АСТ струга СО75.25	50; 75 55; 75
Высота средней части конвейера (по борту), мм	390–570
Величина зазора между нижними полками рештака и кожуха, мм	35
Номинальные скорости движения исполнительного органа (струга), м/с Цепи конвейера, м/с	0,71; 1,73 0,56; 1,38
Тяговый орган струга: Привод струга: Число приводов Электродвигатель: Мощность, кВт Угловая скорость, об/мин Напряжение, В	Цепь 26x92-С  2 или 1  110 1480 660
Тяговый орган конвейера: Привод конвейера: Число приводов Электродвигатель: Мощность, кВт Угловая скорость, об/мин Напряжение, В	Цепь 18x64-С  2 или 1  110 1480 (1470) 660
Электрооборудование: Напряжение питания, В Частота питающего напряжения, Гц Напряжение цепей управления, В	660; 127 50 18; 24; 36



A-A

A-A (Вариант)



**Рис. 5.3. Струговая установка 2СО3413:**

- 1 – привод струга; 2 – гидротатрон управления струговой установкой в вертикальной плоскости;
- 3 – гидродомкрат управления струговой установкой в вертикальной плоскости; 4 – кронштейн для присоединения мехкрёпи;
- 5 – исполнительный орган (струг); 6 – конвейер; 7 – тяговый орган струга; 8 – привод конвейера; 9 – орощение

Рештачный став конвейера выполнен на базе рештаков типа СПЦ271. В качестве тягового органа конвейера применяется сдвоенная скребковая цепь калибра 26×92 мм со штампованными скребками.

Основные технические данные установки 2СО3413 приведены в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Технические данные установки 2СО3413

Наименование основных параметров и размеров	Исполнение	
	-01; -08;-09	-10; -11; -12; -13; -14; -15
Производительность, м <sup>2</sup> /мин, не менее	5,2	
Исполнительный орган (струг): Скорость движения, м/с Тип тягового органа  Разрушающая нагрузка, кН Масса 1 п.м, кг	0,84; 1,91  34x126-С-99 1450 22,7	0,733; 1,677 Цепь круглозвенная 30x108-С-115 1130 18
Пределы плавной регулировки опускания зачистных резцов относительно нижней плоскости струга, мм Вылет резцов относительно ограничителя толщины стружки, мм Привод: Число приводов, шт. Электродвигатель: Номинальная мощность, кВт Номинальная частота вращения, об/мин Номинальное напряжение, В	0–50 68; 98 2 160 1475 660/1140	
Конвейер Высота средней части (по борту) в зависимости от исполнения, мм Тяговый орган: Тип  Расстояние между цепями, мм Шаг расположения скребков, мм Масса 1 п.м., кг Скорость движения, м/с	455–580  Скребковая цепь на базе сдвоенной цепи калибра 26x92-С 120 368 49 1,216; 0,728	
Рештак (линейный): Ширина, мм Длина, мм Высота, мм Толщина днища, мм Привод: Число приводов, шт. Электродвигатель, мощность, кВт	804 1500 228 20 2 250	
		200

Наименование основных параметров и размеров	Исполнение	
	-01; -08;-09	-10; -11; -12; -13; -14; -15
<b>Электрооборудование:</b> Комплектное устройство управления Комплекс аппаратов регулирования и управления Аппаратура громкоговорящей связи и предупредительной сигнализации в лавах Агрегат пусковой		
<b>Гидрооборудование:</b> Насосная станция Редуктор давления Давление рабочей жидкости, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), не более В гидролинии низкого давления В гидролинии высокого давления		10 (100) 32 (320)
<b>Орошение</b> Тип системы Тип оросителей Число оросителей в секции Длина секции, м Расход воды через секцию, л/мин, при давлении 1,6 МПа при давлении 3,0 МПа Рабочая жидкость		Секционная автоматическая ОК1 10 15 127 175 Вода питьевая

#### 5.4. Струговая установка 2СО2623

Струговая установка 2СО2623 (рис. 5.4) предназначена для механизации основных производственных процессов по добыче угля в лавах пологопадающих пластов со следующими горнотехническими условиями:

Длина, м..... до 250  
 Мощность пласта, м..... 0,9–2,0  
 Угол падения, градус. ....До 35  
 Гипсометрия пласта ..... спокойная  
 Сопротивляемость угля резанию, кН/м:  
 – в неотжатой зоне ..... до 250  
 – в зоне работы инструмента ..... до 125  
 Газоносность..... сверхкатегорийная включительно

## Устойчивость

непосредственной кровли.....сохраняется длительное время  
при ширине обнажения забоя 0,6...0,8 м  
и до 3 часов при ширине обнажения  
забоя 1,1...1,3 м

Устойчивость почвы ..... среднее удельное сопротивление  
вдавливания не менее 2,5 МПа

Гипсометрия пласта ..... допускаемая конвейером,  
изменение угла падения  $\pm 3^\circ$  на длине 1,5 м

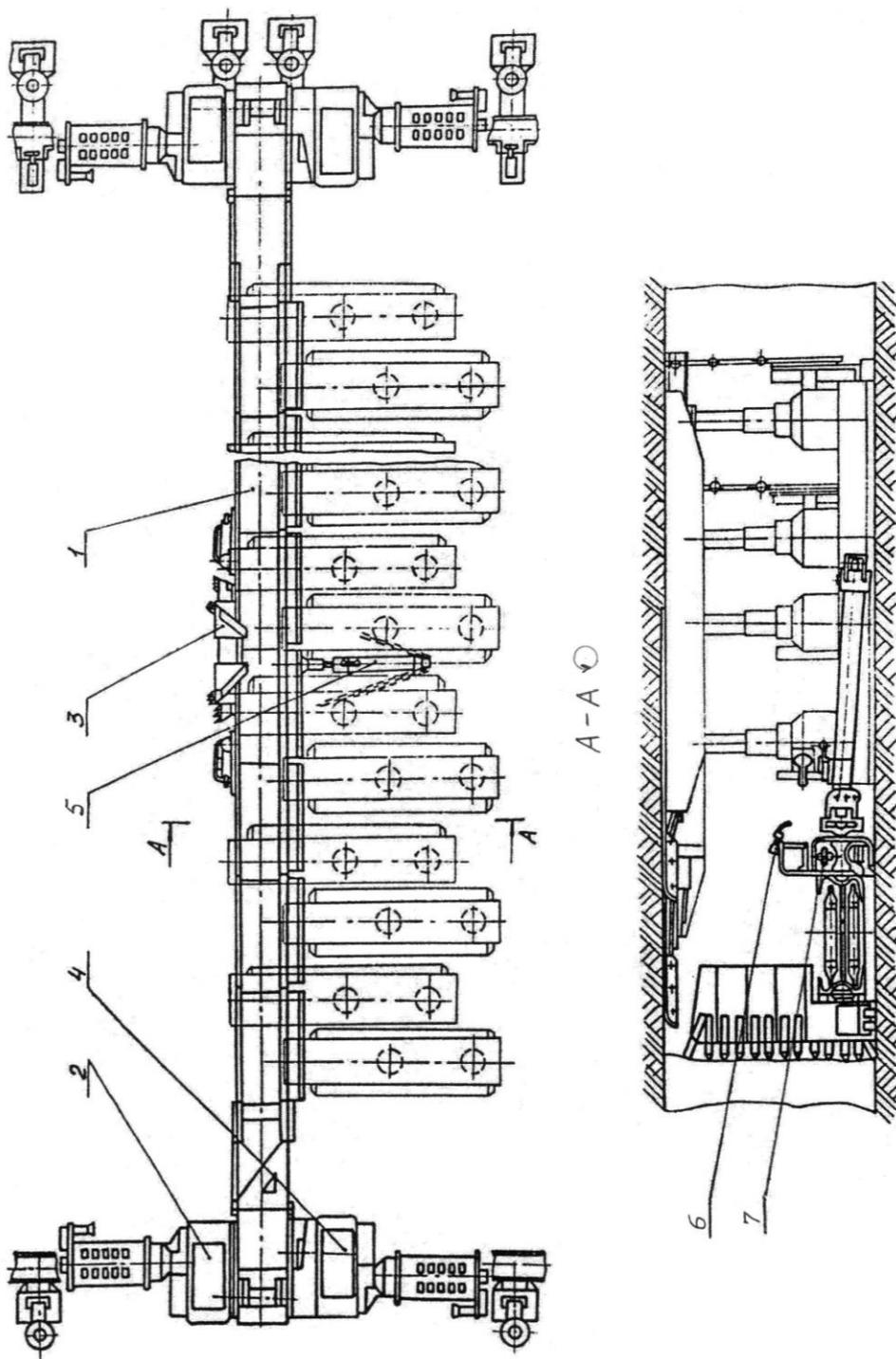
Обводнённость пласта ..... не выше средней

Основные технические данные установки 2CO2623  
приведены в табл. 5.4.

Таблица 5.4

Технические данные установки 2CO2623

Наименование основных параметров и размеров	Норма
Струг:	
Производительность, т/мин	10
Скорость движения, м/с	1,52
Толщина среза, мм	до 100
Величина опускания почвенных резцов относительно нижней плоскости струга, мм	25
Электродвигатель:	
Мощность, кВт	110
Число	2
Напряжение, В	660
Тяговый орган:	Цепь круглозвенная 26x92 мм
Разрывное усилие, кН	860
Скребок конвейера:	
Скорость движения скребковой цепи, м/с	0,54
Тяговый орган:	Цепь круглозвенная 24x86 мм
Число цепей	2
Разрывное усилие, кН	860
Габариты линейной секции, мм:	
Длина	1500
Ширина между внутренними стенками боковины	720
Высота:	
Без навесного оборудования	245
С навесным оборудованием	600
Электродвигатель:	
Число	2
Мощность номинальная, кВт	110
Линейный гидродомкрат передвижки конвейера:	
Усилие на штоке, кН	30
Давление рабочей жидкости, МПа	6
Масса установки, т	214



**Рис. 5.4. Струговая установка 2СО2623:**

1 – конвейер; 2 – привод конвейера; 3 – исполнительный орган (струг); 4 – привод струга;  
 5 – гидродомкрат передвижки; 6 – орошение; 7 – тяговый орган струга

## Глава 6

# ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК ОТРЫВНОГО ТИПА

Начиная с 50-х годов XX века технология струговой выемки получила широкое распространение в Советском Союзе (в основном в Донецком, Печорском и Карагандинском угольных бассейнах), на шахтах ФРГ и Восточной Европы. В СССР в 70–80-е годы XX века одновременно работало более ста лав, оборудованных струговыми установками.

Наибольшее распространение получили струговые установки 1CO2420, а затем более совершенные установки 1CO2620, 2CO2623, 2CO3413.

Нагрузки на лавы, оборудованные струговыми установками, колебались в пределах от 300 до 4000 т/сут – в зависимости от технической оснащённости лав и шахт, степени соответствия применяемой техники горно-геологическим и горнотехническим условиям эксплуатации и уровня организации труда. В отдельные месяцы среднесуточные нагрузки на лавы, оборудованные стругами ШахтНИУИ, достигали 8400 т.

Струговые установки отрывного типа 1CO2420 предназначены для применения на весьма тонких угольных пластах (0,5–0,9 м) с сопротивляемостью угля резанию в стабильной зоне до 200 кН/м.

Струговые установки отрывного типа 1CO2620, 2CO2623, 2CO3413 предназначены для более мощных пластов (0,6–1,4 м) с сопротивляемостью угля резанию в стабильной зоне до 250 кН/м.

В настоящем разделе рассмотрен опыт эксплуатации различных конструкций струговых установок отрывного типа.

### 6.1 Опыт эксплуатации струговой установки 1CO2420В

В условиях весьма тонкого пласта  $K_7^{IB}$  мощностью 0,52...0,57 м сложного строения, состоящего из трёх угольных пачек, разделённых прослойкой глинистого сланца толщиной 0,03 м, с сопротивляемостью угля резанию – 150 кН/м, лава, где

проводилась опытная эксплуатация 1СО2420В, отрабатывалась по столбовой системе по восстанию 6...8° прямым ходом.

Управление кровлей – плавное опускание. Длина лавы составляла в среднем 168 м, длина каждой ниши – 6 м, ширина – 3,2 м, прохождение ниш осуществлялось отбойными молотками, на что затрачивалось в сутки 15чел.-смен. При утонении пласта до 0,52 м выемку ниш проводили с подрывкой почвы для размещения приводных головок, так как вынести головки в прилегающие выработки вследствие неудовлетворительного состояния кровли не представлялось возможным.

Работа установки началась с хронометражных наблюдений. Общее количество наблюдений составило 51 смену, в т. ч. 9 – ремонтных. Анализ результатов наблюдений показал, что машинное время работы струговой установки в добычные смены составляет 28,82 %, необходимые затраты рабочего времени – 58,07 %, в течение суток и 57,14% – в добычные смены. Простои составляют соответственно 41,93 и 42,86 % общего времени наблюдений. Значительные простои были зафиксированы из-за неполадок на внутришахтном транспорте, что составило в общем 30,05 % и в добычные смены – 31,93 %, из них из-за отсутствия порожняка соответственно 28,75 и 30,34 %.

Фактические показатели работы установки в добычную смену приведены ниже.

Общее время хронометражных наблюдений, мин .....	15120
Время работы установки, мин .....	4357
Добыто угля, т .....	7523
Количество ГРОЗ .....	747
Машинное время работы струга по счётчику, мин .....	2429
Добыто угля, т .....	5585
Коэффициент машинного времени установки .....	0,29
Производительность струга, т/мин .....	2,3
Производительность ГРОЗ, т/вых .....	10,1

На основании данных хронометражных наблюдений в течение 42 добычных смен были определены показатели надёжности. За это время зафиксировано 6 отказов установки. Фактические показатели надёжности за машинное время 4357 мин приведены в табл. 6.1

Таблица 6.1

## Фактические показатели надёжности

Установка и её элементы	Количество отказов	Продолжительность простоя, мин	Наработка на отказ		Средняя трудоёмкость ликвидации одного отказа, чел.-мин	Коэффициент готовности
			мин	т		
Установка 1СО2420В в целом	6	365	726	1254	195	0,92
В том числе: Конвейер	нет	–	–	–	–	–
Струг	1	23	4357	7523	7,7	0,93
Электро-оборудование	3	315	1452	2507	1120	0,99
Гидро-оборудование	1	5	4357	523	5,0	0,99
Орошение	1	22	4357	7523	22	0,99

Наиболее трудоёмким отказом отмечен выход из строя гидромуфты (один раз из-за трещин на полумуфте электродвигателя). Простой лавы при этом составил 315 мин, а трудоёмкость устранения – 1120 человеко-мин.

При эксплуатации установки были выполнены электрические измерения мощности, потребляемой приводами струга и конвейера при скорости движения струга 0,6 и 1,5 м/с, при этом давление жидкости в магистрали составляло 3,5...4,0 МПа., а глубина стружки 60...80 мм. Результаты наблюдений приведены в табл. 6.2.

Таблица 6.2

## Мощность, потребляемая приводами струга

Привод струга	Мощность, кВт			
	$v_c = 0,6$ м/с		$v_c = 1,5$ м/с	
	Ход вверх	Ход вниз	Ход вверх	Ход вниз
Нижний	25	25	75	61
Верхний	26	37	46	49
Суммарная потребляемая мощность	51	62	121	110

Суммарная мощность, потребляемая приводами конвейера, составила 62...64 кВт при скорости 1,1 м/с.

При работе установки в опережающем режиме со скоростью движения струга 1,5 м/с было установлено, что при мощности пласта 0,57 м, хотя и увеличивается минутная производительность, но при этом затрудняется работа в лаве, так как ухудшаются условия наблюдения, управления и обслуживания машины, что ведёт к сокращению коэффициента машинного времени. Кроме того, в условиях весьма тонкого пласта, когда скорость перемещения обслуживающего персонала ограничена, ухудшаются условия безопасности ведения работ вследствие быстрого отжима конвейера от забоя в месте прохода струга, из-за чего повышается опасность травмирования рабочих.

Технико-экономические показатели, полученные при эксплуатации установки, приведены в табл. 6.3.

Кроме струговой установки 1CO2420В на шахте работало пять струговых лав, оборудованных установками 1CO2420Н. Сравнение основных показателей лучшей лавы с 1CO2420Н с показателями лавы с 1CO2420В приведено в табл. 6.4.

Таблица 6.3

Технико-экономические показатели работы лавы со струговой установкой 1CO2420В

Месяц	Подвигание лавы, м	Добыча, т		Отработано выходов ГРОЗ, вых.	Производительность ГРОЗ, т/вых.
		Средне-суточн.	Средне-месячн.		
Февраль	102	601	16217	2043	7,94
Март	97	637	18491	2271	8,14
Апрель	102,1	616	17965	2251	7,98
Май	87	600	16731	1956	8,55
Июнь	97,5	586	17038	2113	8,06
Июль	103,9	586	18145	2377	7,63
Среднемесячная	98,25	604,3	17431	2168	8,05

Таблица 6.4

Сравнительные технико-экономические показатели работы струговых установок

Показатели	1CO2420Н	1CO2420В
Суточная добыча, т	443	583
Месячная производительность труда рабочего по добыче, т	87,4	110

## 6.2. Опыт эксплуатации струговых установок 1CO2620

1. При отработке пласта простого строения.

Длина лавы составляла 172 м, мощность пласта – 0,72–0,8 м, в западной части поля мощность колебалась от 0,48 до 0,6 м, угол падения пласта 1–2°. Уголь – антрацит с сопротивляемостью резанию 234 кН/м в стабильной зоне и в зоне работы режущего инструмента – 87 кН/м.

Непосредственная кровля средней устойчивости была представлена глинистым сланцем мощностью от 0,6 до 1,0 м, который постепенно переходил в песчано-глинистый мощностью до 1,5 м, а затем – в песчаный мощностью до 12 м.

В почве пласта залегал глинистый сланец 0,2 м, ниже залегал песчано-глинистый, далее – песчаный сланец.

Система разработки столбовая, порядок отработки – от границы шахтного поля, длина выемочного столба – 530 м.

Охрана вентиляционного штрека осуществлялась одним рядом деревянных костров и двухрядной деревянной органкой. Конвейерный штрек охранялся бутовой полосой длиной 6 м и однорядной деревянной органкой.

Транспортировка угля из лавы производилась по конвейерному штреку при помощи скребкового и ленточного конвейеров и далее по бремсбергу ленточным конвейером на откаточный штрек.

Монтаж струговой установки 1CO2620 вёлся бригадой из 10 человек в течение 1,5 месяца.

Проведённый монтаж струговой установки показал, что основные узлы и детали имели удовлетворительную собираемость, а технологических недостатков по исполнительному органу, линейным рештакам, кожухам, приводам струга и конвейера, основным и переходным рамам, цепям конвейера и струга не было обнаружено.

Для оценки работы струговой установки были проведены хронометражные наблюдения продолжительностью 20 смен. По результатам определены структура затрат и баланс рабочего времени при работе 1CO2620:

Продолжительность наблюдений, мин.....	7200
Необходимые затраты времени, мин: .....	4767
работа струга .....	607
подготовительно-заключительные операции .....	343
вспомогательные операции.....	868
технологические перерывы.....	342
подготовка.....	882
техническое обслуживание и ремонт .....	1725
Потери рабочего времени, мин:.....	2433
из-за отказов струговой установки .....	261
из-за неполадок с доставочными механизмами .....	324
из-за работ, не предусмотренных технологией выемки .....	583
по организационным причинам .....	1087
по прочим причинам.....	178
Работа конвейера струговой установки, мин.....	1537
Добыча угля за время наблюдений, т .....	2875
Количество ГРОЗ в лаве в сутки .....	45
Среднесуточная добыча, т.....	575
Производительность труда ГРОЗ, т/вых .....	12,6

Анализ хронометражных наблюдений показал, что машинное время работы струга составляет 8,4 %, производительность струговой установки по машинному времени 4,7 т/мин, производительность труда рабочего очистного забоя за период наблюдений в среднем составила 12,6 т/вых., необходимые затраты времени равны 66,2 %.

Наибольший удельный вес (15,1 %) имели простои по организационным причинам и 8,1 % – из-за работ, не предусмотренных технологией выемки. Простои, связанные с отказами струговой установки, незначительны – 3,6 %.

Большая часть потерь рабочего времени могла быть устранена за счёт организационно-технических мероприятий.

Технико-экономические показатели работы струговой установки приведены в табл. 6.5.

Режим работы лавы был установлен следующий: одна смена – ремонтная, остальные три – добычные, продолжительность смены – 6 часов.

Лаву обслуживала комплексная бригада ГРОЗ, состоящая из 4-х звеньев, включающих в разное время от 10 до 16 человек.

Такой количественный состав звена обеспечил непрерывное строгание лавы по всей длине, контроль и проведение технического обслуживания и ремонта оборудования установки.

Таблица 6.5

**Технико-экономические показатели работы струговой установки**

Показатели	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль
Мощность пласта, м	0,79	0,78	0,80	0,79	0,78	0,75
Подвигание забоя, м	45,6	63,5	64,5	75,6	58,9	65,2
Добыча, т:	7843	10932	11159	13103	10131	11214
среднесуточная	400	540	594	636	514	572
среднемесячная	10384	14548	15361	17571	13612	14410
Производительность ГРОЗ, т/вых.	11,2	11,4	12,2	12,4	11,9	14,1

Через неделю после пуска лавы была достигнута нагрузка 420 т/сут.

К концу первого месяца работы максимальная суточная нагрузка достигла 940 т, а среднесуточная за месяц составила 400 т.

Достижение таких показателей в первый месяц освоения струговой выемки объяснялось тем, что с самого начала были выполнены организационные и технические мероприятия по укомплектованию комплексной бригады, её обучению, соблюдению правил эксплуатации и технического обслуживания.

Наиболее высокие технико-экономические показатели работы лавы были достигнуты в ноябре и декабре. Так, среднесуточная нагрузка составила в ноябре 594 т, в декабре 636 т, производительность труда соответственно равна 12,2 и 12,4 т/вых.

Сравнение технико-экономических показателей работы струговой и комбайновой лав показал, что струговая выемка в условиях тонкого пласта является наиболее эффективной (табл. 6.6).

Таблица 6.6

**Сравнительные технико-экономические показатели работы лав**

Показатели	Струговая установка	Комбайн
Длина лавы, м	172	196
Мощность пласта, м	0,78	0,64
Угол падения, градус	2	2
Подвигание забоя, м	62,3	35,3

Площадь выемки, м <sup>2</sup>	10730	6898
Добыча, т:		
среднесуточная	537	286
среднемесячная	14148	7551
Производительность ГРОЗ, т/вых.	12,2	8,5

Применение струговой выемки улучшает сортность добываемого угля. Данные ситовых анализов по шахте приведены в табл. 6.7.

Таблица 6.7

Сравнительные показатели сортности

Тип оборудования лавы	Индекс пласта	Выход по классам, %				
		0-6	6-25	25-50	50-100	+100
Струговая установка	$i_3$	28,0	23,8	9,8	8,1	30,3
Комбайн	$i_3$	37,3	34,4	23,1	5,1	-

Из табл. 6.7 видно, что при работе 1СО2620 выход класса 0–6 мм на 9,3 % ниже по сравнению с комбайном. Кроме того, струговая выемка обеспечивает значительное увеличение выхода класса угля +50 мм на 33,3 %.

Опыт эксплуатации показал, что конструкция струговой установки работоспособна, основные параметры и технические решения соответствуют требованиям.

Струговая установка 1СО2620 имеет достаточную энерговооружённость, проста в обслуживании и способна обеспечить сравнительно высокие технико-экономические показатели при выемке крепких углей из тонких пластов.

2. При отработке пласта сложного строения.

Пласт состоял из двух пачек угля, разделённых прослойком глинистого сланца. Средняя вынимаемая мощность пласта составляла 0,8 м, угол падения 10–19°, длина лавы 172 м.

Верхняя пачка пласта – антрацит чёрного цвета, хрупкий, трещиноватый, блестящий с включениями пирита, кварца, прослоек глинистого сланца. Мощность верхней пачки – 0,28 м.

Нижняя пачка мощностью 0,48 м трещиноватого, хрупкого антрацита имела нечётко выраженный контакт с почвой пласта. Непосредственная кровля была представлена песчано-глинистым сланцем средней устойчивости мощностью 1,4–2,0 м. Основная кровля мощностью до 7,5 м средней обрушаемости –

тонкослоистый, трещиноватый песчаный сланец, на значительной площади частично замещённый мелкозернистым песчаником. В почве пласта залегал глинистый сланец, склонный к пучению.

Сопrotивляемость угля резанию по мощности пласта, замеренная в разрезной печи лавы, была равна 154 кН/м. По нижней пачке, в зоне работы струга её величина составила: в верхней части лавы 113 кН/м, в средней – 182 кН/м и в нижней – 226 кН/м при среднем значении по нижней пачке 174 кН/м.

Система разработки – столбовая с обратным ходом. Управление кровлей – полное обрушение.

Работа в лаве была организована в четыре смены по 6 часов, три смены добычные и одна ремонтная.

В первый период эксплуатации размещение линейных гидродомкратов по лаве было произведено с шагом 3,4 м. В дальнейшем было установлено, что угольный пласт имеет сильно выраженный кливаж. В результате этого оказалось возможным увеличить шаг расстановки домкратов до 6,8 м.

Измерения мощности, потребляемой электродвигателями струга и конвейера, а также толщины снимаемой стружки, с одновременной регистрацией давления в напорной магистрали производились при двух режимах работы струговой установки – отстающем (скорость струга 0,77 м/с, скорость конвейера 1,22 м/с) и опережающем (скорость струга 1,53 м/с, конвейера – 0,62 м/с). Эти измерения проводились в разное время. При движении струга вниз в отстающем режиме наблюдался перегруз конвейера, ввиду чего каждые 8–10 с струг останавливался. Измерения мощности, потребляемой электродвигателями струга при движении вниз в опережающем режиме, производились при остановленном конвейере.

Давление в напорной магистрали изменялось от 4,5 до 5,5 МПа. Результаты измерений приведены в табл. 6.8. Средняя суммарная мощность, потребляемая электродвигателями струга, при рабочем ходе в отстающем ( $v_c = 0,77$  м/с) и опережающем ( $v_c = 1,53$  м/с) режимах была одинакова, но средняя толщина стружки в опережающем режиме (3,8 см) снизилась на 2,7 см, или на 42 % по сравнению с отстающим режимом (6,5 см), который являлся основным рабочим режимом струговой

установки. Энергоёмкость процесса разрушения и погрузки угля на конвейер в отстающем режиме по высоте исполнительного органа (0,57 м) составила 0,49 кВт·ч/т, а по мощности пласта (0,82 м) – 0,34 кВт·ч/т. Энергоёмкость выемки в отстающем режиме выше, чем в опережающем.

Таблица 6.8

Потребляемая мощность, толщина снимаемой стружки и удельная энергоёмкость

Скорость		Направление движения струга	Толщина снимаемой стружки, см	Мощность, потребляемая электродвигателями струга, кВт			Энергоёмкость процесса выемки, кВт·ч/т	
конв.	струг			Верхний	Нижний	Суммарная	По высоте исполнительного органа	По мощности пласта
м/с	м/с							
1,22	0,77	Вверх	6,4	18,9	51,4	70,3	0,40	0,27
		Вниз	6,6	107,2	Генер. режим	107,2	0,58	0,41
		В среднем	6,5	63,0	25,7	88,7	0,49	0,34
0,62	1,53	Вверх	3,4	45,4	69,1	114,5	0,61	0,43
		Вниз	4,2	10,5	52,2	62,7	0,26	0,18
		В среднем	3,8	28,0	60,6	88,6	0,43	0,30

Толщина стружки при работе струга в опережающем режиме была меньше за счёт того, что при ходе вниз он перегружал конвейер и пересыпал уголь на струговую дорогу, из-за чего конвейер не прижимался к забою и при обратном ходе струг снимал меньшую по величине стружку.

В период измерений толщины стружки расчётная производительность струговой установки в отстающем режиме составила 259 т/ч, в опережающем режиме – 244 т/ч.

Мощность, потребляемая приводами конвейера, при рабочем ходе и скорости его движения 1,22 м/с была 68,8 кВт, при холостом ходе – 45,3 кВт. В период замера мощности, потребляемой приводами конвейера, электродвигатель верхней приводной станции не работал. При скорости движения конвейера 0,62 м/с суммарная мощность, потребляемая электродвигателями приводов в рабочем режиме, была 33,4 кВт, в холостом – 29,7 кВт. На транспортировку угля по лаве при скорости движения конвейера

1,22 м/с расходовалось 17,5 кВт, а при скорости 0,62 м/с всего 3,7 кВт.

Выход штыба (класс 0–6 мм) был ниже на 14,5 %, а крупных классов (+25) выше на 38,3 % по сравнению с лавой, оборудованной комбайном (табл. 6.9)

Таблица 6.9

Ситовый состав антрацита при работе различных добычных машин

Классы угля, мм	Струговый комплекс	Комбайн	+ –
+100	27,9	1,2	+26,7
50–100	11,9	3,3	+9,6
25–50	9,5	7,5	+2,0
18–25	12,7	26,5	–13,8
6–13	12,9	22,9	–10,0
0–6	25,1	39,6	–14,5
Итого	100,0	100,0	

Сравнительные технико-экономические показатели работы лав со струговым комплексом со струговой установкой 1СО2620 и струговыми комплексами с нестандартными струговыми установками (средние по трём лавам в аналогичных условиях) приведены в табл. 6.10.

За период испытания суточная нагрузка на лаву составила 889 т, что на 29 % выше, чем в лавах с отечественными комплексами. В течение трёх месяцев комплекс работал с нагрузкой 1000–1025 т/сут.

Среднесуточное подвигание лавы за время испытаний было выше на 44,1 %, производительность труда рабочего на очистных работах – выше на 10,2 %, себестоимость добычи угля – ниже на 38 % .

3. Широко и успешно струговая установка 1СО2620 в составе отечественного комплекса эксплуатировалась в бригаде дважды Героя Социалистического труда М. П. Чиха. С её помощью отрабатывалось 6 лав по пласту  $i_2^1$ .

Мощность пласта составляла 0,94–1,06 м, угол падения – 7–9°. Непосредственная кровля – сланец песчаный, основная кровля – песчаник кварцевый, почва пласта – сланец песчаный. На выемочных участках лав были встречены зоны трещиноватых пород, протяжённость которых колебалась от 6 до 20 м по

простирацию пласта. Угол встречи этих зон составлял от 40 до 50° к направлению движения лавы.

Таблица 6.10

## Фактические показатели работы струговых комплексов

Показатели	Со струговой установкой 1СО2620										В среднем	С другими установками
	Месяцы											
	IX	X	XI	XII	I	II	III					
Мощность пласта, м	0,87	0,81	0,84	0,95	0,86	0,85	0,85	0,86	0,86	0,86	0,86	0,96
Длина лавы, м	178	178	173	172	172	172	172	172	172	172	172	170
Добыча угля, т	9543	23434	25622	24008	21489	20024	22398	22840	22840	22840	18661	
месячная	434	1019	1025	1000	767	770	800	889	889	889	689	
суточная												
Подвигание очистного забоя												
м/мес	36,4	96,4	101,5	84,6	80,6	77,8	87,4	88,1	88,1	88,1	62,4	
м/сут	1,65	4,19	4,06	3,58	2,88	3,00	3,50	3,49	3,49	3,49	2,38	
Производительность труда рабочего по забоям												
т/мес	178	484	474	441	377	318	339	394	394	394	308	
т/вых	10,5	19,5	22,2	20,0	19,8	16,1	19,0	19,4	19,4	19,4	17,6	
Число дней работы лавы	22	28	25	24	28	26	28	25,7	25,7	25,7	27,1	

Для обеспечения высокопроизводительной работы были разработаны организационные мероприятия (ежесменный учёт и анализ работы звеньев бригады). Отдельные звенья бригады были укомплектованы рабочими, которые прошли обучение в учебном пункте шахты. Одновременно с этим выполнялся комплекс технических мероприятий.

В каждую добычную смену в лаве работало 20 человек. Распределение основных функций между рабочими приведено в табл. 6.11.

Таблица 6.11

Состав бригады в добычную смену

Функции рабочих	Численность рабочих
Машинист струговой установки	1
Помощник машиниста струговой установки	1
Рабочие, занятые на:	
передвижке крепи	10
подготовке верхней ниши	2
сопряжении лавы с вентиляционным штреком	1
подготовке нижней ниши	2
дроблении негабарита	1
Дежурный электрослесарь	2

Добычная смена начиналась с осмотра машин и механизмов, устранения недостатков, осмотра и приведения рабочего места в безопасное состояние, на что затрачивалось в среднем 17 мин или 7,4 % общей продолжительности смены. Приём-сдача смены на рабочих местах и добросовестное отношение к своей работе (в период наблюдений не было зафиксировано передачи рабочего места предыдущей сменой с отступлениями от технологии и паспорта крепления) позволили сократить время выполнения этих операций на 45 % по сравнению с нормативными.

Для надёжной работы всех машин и механизмов на участке был создан резерв электроаппаратуры: электроэнергия подавалась по двум кабельным линиям, проложенным от центральной подземной подстанции до участка.

Опыт работы струговых установок показал, что мероприятия по обеспечению необходимой высокой скорости выполнения комплекса смежных с выемкой угля рабочих процессов можно разделить на следующие группы:

– комплекс технических мероприятий, направленных на повышение надёжности и эффективности работы средств труда (секций крепи, гидродомкратов передвижки забойного конвейера);

– совершенствование методов труда путём сокращения затрат времени на вспомогательные операции и в первую очередь на нерациональные переходы после окончания отдельных процессов и операций.

В процессе эксплуатации была встречена зона геологических нарушений в виде обрушающейся ложной кровли мощностью 0,7–1,2 м, которая распространялась на 70–100 % длины лавы. Помимо этого, в зоне нарушений были встречены участки, где кровля обрушалась на высоту 2,0–5,0 м.

За период наблюдений за эксплуатацией комплекса были получены следующие технико-экономические показатели:

– добыто угля 1224756 т, при этом среднесуточная нагрузка составила 1210 т/сут, а производительность труда – 19,1 т/вых.

4. На пласте  $i_2$  с углом падения более  $20^\circ$  и мощностью менее 1 м.

Средняя мощность пласта  $i_2$  – 0,9 м, угол падения  $16$ – $25^\circ$ . Сопrotивляемость угля резанию – 170–180 кН/м.

В непосредственной кровле залегал песчано-глинистый сланец изменчивой устойчивости мощностью 2,1 м.

Основная кровля состояла из песчано-глинистого сланца мощностью 2,8 м, почву пласта составлял крепкий песчаник.

Способ управления кровлей в лаве – полное обрушение.

Вентиляционный штрек проходил вслед за лавой. Порода от подрывки кровли закладывалась в бутовую полосу шириной 6,0 м. Отставание подрывки от забоя ниши не должно было превышать 11,0 м.

Просек в нижней части лавы крепился деревянными рамами. Вдоль нижней кромки лавы выкладывались деревянные костры.

Транспортировка угля из лавы осуществлялась по просеку и сбойке скребковыми конвейерами до коренного штрека, где он грузился в вагонетки.

В период эксплуатации были проведены инструментальные измерения мощности, потребляемой приводами струга, давления рабочей жидкости в системе подачи, толщины снимаемой

стружки, величины штыбовой подушки под конвейерным ставом, зазоры между забойными и завальными полками боковин рештаков конвейера и величины сползания приводных станций, отнесённой к метру подвигания линии забоя лавы.

Проводились замеры штыбовой подушки на почве пласта за конвейером на участках длиной 7,5 м (5–10 секций) в верхней, средней и нижней частях лавы. Результаты обработки замеров штыбовой подушки показали, что средняя величина её на почве пласта за конвейером (соответственно 27,7; 29,2 и 27,5 мм) была практически одинакова по всей длине лавы и составляет в среднем 28,1 мм.

Измерения величины зазоров между секциями базового конвейера проводились в верхней, нижней и средней частях лавы на 5–6 секциях.

Результаты первого двухмесячного периода эксплуатации показали, что зазоры между секциями конвейера практически отсутствовали, т.е. конвейер был «стянут» и только на изгибах наблюдались зазоры в пределах 5–15 мм. В последующий период испытаний ввиду ухудшения горно-геологических условий (обрушения непосредственной кровли в верхней и средней частях лавы и большого притока воды) с целью отвода воды лава была развёрнута, подвигание нижней части лавы было бо́льшим, чем верхней. Это привело к образованию зазоров между секциями конвейера, которые в верхней части лавы составили от 7 до 40 мм. Средняя и нижняя часть конвейера были менее растянуты, зазоры между секциями соответственно составили 2–15 и 2–10 мм.

В период замеров мощности, потребляемой приводами струговой установки, и толщины снимаемой стружки на струге стояли ограничители толщины стружки, обеспечивавшие вылет резцов в сторону забоя на величину 50 мм. Шаг установки гидроцилиндров передвижки был переменным и составлял 4–5 рештаков или 6–7,5 м. Давление в напорной магистрали системы подачи изменилось от 5 до 9 МПа. Гидроцилиндры передвижки были закреплены на средних и верхних отверстиях кронштейнов и расположены под углом к рештакам в направлении снизу вверх.

Из данных табл. 6.12 видно, что средняя толщина снимаемой стружки составила 3,6 см. Средняя толщина стружки при

движении вниз больше, чем при движении вверх, соответственно 3,8 и 3,4 см. В период измерений толщины стружки расчётная производительность струговой установки составила 301 т/ч.

Таблица 6.12

Мощность, потребляемая приводами струга, толщина снимаемой стружки и удельная энергоёмкость

Направление движения струга	Толщина снимаемой стружки, см	Мощность, потребляемая электродвигателями струга, кВт			Энергоёмкость выемки по мощности пласта, кВт·ч
		верхним	нижним	суммарная	
Вверх	3,4	57,0	97,8	155	0,54
Вниз	3,8	61,2	69,7	130,9	0,41
В среднем	3,6	59,1	83,8	142,9	0,48

Приводы струга в среднем загружались на 90 % ( при движении вверх на 97 %, вниз – на 82 %).

Удельная энергоёмкость выемки антрацита стругом по мощности пласта составила 0,48 кВт·ч/т (при движении вверх 0,54 кВт·ч/т, вниз – 0,41 кВт·ч/т.)

За весь период эксплуатации перекачивание угля по струговому конвейеру в процессе его транспортирования не наблюдалось. Струговая установка в условиях сложной гипсометрии пласта работала стабильно без оставления «земника» и ухода в почву пласта.

Гидрофицированные столы надёжно удерживали приводные головки как при передвижке, так и при работе струговой установки.

Передвижка приводных станций, верхней и нижней, происходила свободно, без заклинивания и рывков.

Технико-экономические показатели работы лавы приведены в табл. 6.13.

За период эксплуатации струговой установки из лавы было добыто 30177 т антрацита, общее подвигание её составило 93,8 м.

Во время стабильной работы (июль-сентябрь) среднесуточная добыча из лавы составила 263 т, а среднемесячная – 7945 т. Месячная производительность труда рабочего по забою составила 94,5 т.

Таблица 6.13

### Показатели работы лавы

Показатели	Июль	Август	Сентябрь	В среднем за 3 мес.
Мощность пласта, м	1,01	1,12	1,05	1,06
Угол падения, градус	25	25	25	25
Добыча угля, т:				
месячная	6316	8346	9173	7945
суточная	204	278	306	263
Подвигание очистного забоя, м, месячное	20	23,9	28	24,0

5. На пласте  $i_2$  с углами падения более  $20^\circ$  и мощностью более 1 м.

### Горно-геологическая и горнотехническая характеристика условий и места эксплуатации

Пласт $i_2$	«Степановский»
Длина лавы, м	170
Мощность пласта, м	1,20-1,26 (средняя 1,22)
Угол падения пласта, градус	19-26 (средний 23)
Средняя сопротивляемость пласта резанию в стабильной зоне, кН/м	227
Категория шахты по газу и пыли	не опасная по газу и пыли
Уголь пласта	антрацит чёрного цвета, блестящий с включениями средних и крупных линз серного колчедана, пирита и прожилок кварца; пласт представлен двумя угольными пачками, разделёнными прослоем глинистого сланца; верхняя угольная пачка по мощности изменяется от 0,6 до 0,7 м, нижняя – от 0,44 до 0,55 м, прослой глинистого сланца от 0,06 до 0,10 м
Гипсометрия пласта	спокойная
Обводнённость пласта	пласт сухой
Система разработки	столбовая
Порядок отработки лавы	прямым ходом
Верхняя пачка угля	обрушается легко
Подготовительные выработки	вверху лавы вентиляционный штрек проходится вслед за забоем лавы, внизу лавы просек, проходится по уголю с опережением забоя лавы

Основная кровля	песчаник на кварцевом цементе, мелкозернистый, тёмно-серого цвета, монолитный, массивного сложения, крепкий, коэффициент крепости по шкале проф. М. М. Протодьяконова 9–10, мощность 15,5 м
Непосредственная кровля	песчаный сланец, трещиноватый, слоистый, тёмно-серого цвета, средней крепости, от средней устойчивости до неустойчивого, мощность 1,1 м, коэффициент крепости по шкале проф. М. М. Протодьяконова 7–8
Почва	песчаный сланец, тёмно-серого цвета с редкими отпечатками флоры, средней крепости по шкале проф. М. М. Протодьяконова 7–8
Сопротивление пород почвы на вдавливание, МПа	53,3

Режим работы лавы был четырёхсменный: 3 смены добычные и одна ремонтная. Обычно ремонтной сменой являлась первая смена, а вторая, третья и четвёртая – добычные. В отдельные периоды ремонтная смена была временно упразднена.

Организация труда в лаве: комплексно-сквозная суточная бригада, состоящая из 5 звеньев, работающих по скользящему графику. В каждую добычную смену в лаве работало звено численностью 8–12 человек, в том числе: машинист струговой установки, помощник машиниста струговой установки, 3–5 ГРОЗ – операторы крепи, осуществлявшие передвижку крепи и струговой установки и зачистку межсекционного пространства, 1 человек – обслуживание пересыпа с конвейера по просеку на конвейер по печке, 1 человек – люковой и обычно от 1 до 3 ГРОЗ в смену заняты на выемке ниш. Численность ремонтного звена обычно составляла 11–15 человек, в том числе: машинист струговой установки, помощник машиниста струговой установки, 1 человек – обслуживание пересыпа конвейера по просеку на конвейер по печке, 1 человек – люковой, от 1 до 4 человек – электрослесари, остальные члены звена – горнорабочие

очистного забоя, занятые вместе с электрослесарями техническим обслуживанием и плановым ремонтом оборудования комплекса.

На расстоянии 160 м от разрезной печи забоем лавы встретились геологические нарушения (размывы пласта общей протяжённостью 38 м). Эти нарушения были отмечены в средней и нижней частях лавы. В зоне геологических нарушений в пласте встречались пороги с амплитудой от 0,45 до 0,70 м. При переходе зоны геологических нарушений на трёх участках лавы, где позволяла мощность пласта, из лесоматериалов выкладывались наклонные помосты с целью преодоления секциями крепи порогов. На трёх участках лавы в зоне геологических нарушений, где мощность пласта не обеспечивала свободный проход секций крепи, для преодоления порогов использовались буровзрывные работы. За период перехода зоны геологических нарушений из-за низкой скорости подвигания забоя и снижения мощности пласта были зарегистрированы 9 случаев посадок стоек крепи на «жёсткую базу».

Хронометражные наблюдения проводились с целью установления фактических затрат и баланса рабочего времени. Продолжительность наблюдений: 41, 43 и 35 смен. Общая суммарная продолжительность наблюдений составила 119 смен, из них 34 смены – ремонтно-подготовительные. За период хронометражных наблюдений было добыто 12756 т угля.

Анализ результатов хронометражных наблюдений показал, что машинное время струга за период испытаний комплекса составило 8,7 %, а струговой установки – 12,5 %; в добычные смены эти показатели соответственно равны 11,3 и 17,4 %.

Использование времени характеризуется следующими показателями: необходимые затраты рабочего времени в добычные смены – 33,0 %, иными словами 67,0 % рабочего времени комплекс простаивал. Основными причинами простоя комплекса во время испытаний явились: простои из-за отказов – 6,1 % рабочего времени, простои из-за неполадок с доставочными механизмами и на подземном транспорте – соответственно 12,0 %, простои по организационным причинам 9,7 % и простои по прочим причинам 36,3 %, в т. ч. из-за отсутствия порожняка 13,3 %. Приведённые данные свидетельствуют о том, что комплекс во время испытаний

эксплуатировался явно ниже своих возможностей. Анализ результатов хронометражных наблюдений показал, что при эксплуатации комплекса имелись весьма значительные резервы времени для достижения более высокой нагрузки на очистной забой, в частности, за счёт сокращения простоев из-за отсутствия порожняка, из-за неполадок доставочных механизмов и транспортных средств, а также по организационным и прочим причинам (суммарные простои по указанным причинам составили в добычные смены – 58,0 %).

Технико-экономические показатели работы струговой установки: за 7 месяцев работы в лаве было добыто 95326 т угля, суммарное подвигание забоя составило 253,6 м (табл. 6.14).

**Таблица 6.14**

**Технико-экономические показатели струговой установки**

Показатели	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	Средняя за месяц
Длина лавы, м	170	168	170	170	165	170	170	170	169
Мощность пласта, м	1,25	1,25	1,2	1,2	1,2	1,26	1,21	1,22	1,22
Добыча угля, т:									
Среднесуточная									
Факт	456	553	462	491	297	260	485	477	429
План	310	340	350	410	410	410	480	420	400
Месячная									
Факт	6380	14928	13872	15234	9212	7786	14538	13376	12747
План	4650	9520	10500	12710	12710	12300	14400	11760	11880
Подвигание забоя за месяц, м	17,1	39,6	38,2	41,9	25,4	20,5	39,8	31,1	33,8
Производительность труда рабочего, т/вых	9,7	12,2	14,3	13,8	8,8	8,1	10,6	9,8	11,2

Из данных таблицы следует, что в среднем за весь период эксплуатации струговая установка работала с превышением плановых показателей по нагрузке на забой на 8,1 %. Лишь в августе и сентябре месяцах плановые задания по нагрузке на лаву не были выполнены (фактическая нагрузка в августе составила 72 % плановой, в сентябре – 63,4 %). Обусловлено это тем, что в этот период лавой осуществлялся переход значительного по своим размерам геологического нарушения. Среднесуточная нагрузка в комбайновых лавах, работающих на шахте и по этому

же пласту, за 10 месяцев составила 245 т, при производительности труда 9,52 т/вых.

6. С исполнительным органом с гидравлической регулировкой высоты для выемки пласта на полную мощность при отсутствии «спайки» верхней пачки пласта с породой кровли.

Исполнительному органу с гидравлической регулировкой высоты дано сокращённое название «АСТ».

Промышленная эксплуатации исполнительного органа с гидравлической регулировкой высоты проводилась на пласте К<sub>4</sub> в лаве, оборудованной механизированным комплексом.

Отработка запасов осуществлялась обратным ходом по простиранию. Угол падения пласта – 8–10°, длина выемочного столба – 410 м. Лава была оконтурена вентиляционным и конвейерным штреками, закреплёнными арочной крепью.

Вентиляционный штрек сечением 8,5 м<sup>2</sup> был пройден с верхней подрывкой и погашался после прохода лавы. Конвейерный штрек сечением 8,5 м<sup>2</sup> был пройден с нижней подрывкой и тоже погашался после прохода лавы. Погашение выработок производилось через каждые 1,2 м подвигания очистного забоя.

Длина лавы в разрезной печи составляла 120 м, в конце выемочного столба длина лавы была 70 м, способ управления кровлей – полное обрушение.

Угольный пласт К<sub>4</sub> мощностью 1,20–1,35 м состоял из двух пачек угля, разделённых прослоем аргиллита мощностью до 0,05 м.

Верхняя пачка угля мощностью 0,29–0,32 м была представлена углём средней крепости с коэффициентом  $f = 2,0$  по шкале проф. М. М. Протодяконова. Нижняя пачка угля мощностью 0,73–0,85 м была представлена слабым углём с коэффициентом крепости  $f = 0,9$ . Верхняя пачка угля по всей длине лавы была склонна к зависанию. Пласт К<sub>4</sub> опасен по газу и пыли. Непосредственная кровля пласта мощностью 0,4 м была представлена аргиллитом с пределом прочности на сжатие 12 МПа. Основная кровля мощностью 14–20 м была представлена аргиллитом с пределом прочности на сжатие до 50 МПа. В почве пласта залегал углистый аргиллит с перемежающимися слоями угля, имевший сопротивляемость вдавлению до 5,1 МПа.

Для закрепления гидровставки на серийном струге была изготовлена специальная проставка, обеспечивающая выемку угля по всей мощности пласта в трёх диапазонах: 1020–1200, 1100–1280, 1180–1360 мм. При этом гидровставка была установлена так, что её резцы оказались смещёнными на 100 мм в сторону выработанного пространства относительно резцов базового струга.

Проектный режим работы лавы был четырёхсменным, по 6 часов каждая смена, но фактически работа по добыче велась в две смены.

Струговая установка с исполнительным органом АСТ работала в опережающем режиме (скорость движения струга 1,67–1,81 м/с, скорость движения тяговой цепи конвейера 0,53–0,61 м/с). Гидровставка была установлена в положение, обеспечивающее выемку угля по всей мощности пласта в диапазоне 1020–1200 мм.

Условия эксплуатации опытного образца АСТ в целом соответствовали горнотехническим условиям применения, установленным конструкторской документацией.

Сотрудники ШахтНИУИ провели обучение обслуживающего персонала лавы правилам эксплуатации АСТ, регулировки и обкатки струга с целью выбора оптимального давления азота в гидроаккумуляторах и рабочей жидкости в гидровставке применительно к конкретным условиям лавы. Давление азота в гидроаккумуляторах составляло 3,0–3,2 МПа. Давление рабочей жидкости в гидровставке было установлено такое же.

При таком давлении струг наиболее эффективно разрушал угольный пласт без оставления зависающей верхней пачки угля.

В период эксплуатации были проведены хронометражные наблюдения, электрические измерения мощности, потребляемой электродвигателями струга, с одновременным замером толщины снимаемой стружки угля и регистрацией давления в гидросистеме передвижки конвейера, определены сортность добываемого угля.

Электрические измерения мощности потребляемой электродвигателями струга, а также толщина снимаемой стружки с одновременной регистрацией давления в напорной

магистрالی проводились при работе струговой установки в опережающем режиме.

Толщина снимаемой стружки угля измерялась мерными линейками в трёх точках лавы одновременно с электрическими измерениями.

Давление в гидросистеме подачи измерялось тарированными манометрами. В период замеров на струге стояли ограничители стружки, обеспечивающие вылет резцов в сторону забоя 3,5 см.

Мощность, потребляемая приводами струга, из-за отсутствия средств измерения во взрывобезопасном исполнении определялась пересчётом по показаниям амперметров системы управления стругом.

Значения тока, потребляемого приводами струга, толщина снимаемой стружки угля, давление в напорной магистрالی системы подачи и удельная энергоёмкость разрушения пласта при работе струга с заряженной и разряженной (в режиме серийного струга) гидровставкой по пласту К<sub>4</sub>, приведены в табл. 6.15.

Таблица 6.15

**Результаты измерений электрогидравлических параметров и толщины стружки по пласту К<sub>4</sub>**

Исполнительный орган АСТ	Давление в напорной магистрالی, МПа	Направление движения струга	Толщина снимаемой стружки, см	Ток, потребляемый электродвигателями струга, А	Мощность, потребляемая электродвигателями струга, кВт	Удельная энергоёмкость процесса выемки угля, кВт·ч/т
С заряженной гидровставкой	2,15	Вверх	3,3	170,3	155,74	0,42
		Вниз	2,7	168,3	153,91	0,51
		В среднем	3,0	169,3	154,83	0,46
С разряженной гидровставкой	3,25	Вверх	2,5	186	170,10	0,68
		Вниз	2,2	170	155,47	0,73
		В среднем	2,4	178	152,79	0,70

Из данных табл. 6.15 видно, что по сравнению с серийным стругом применение АСТ позволяет увеличить толщину снимаемой стружки на 25 %, уменьшить мощность, потребляемую приводами струга, на 5,14 % и снизить

энергоёмкость процесса выемки угля на 34,3 %. При этом высота АСТ с заряженной гидровставкой составила 1,2 м, а с разряженной ( в режиме серийного струга) 1,02 м.

Уменьшение энергоёмкости процесса выемки угля, несмотря на увеличение высоты обработки забоя АСТ объясняется податливостью верхней группы резцов, исключаяющей затирание струга под нависающей пачкой угля («присухой»), улучшением вписываемости струга в гипсометрию пласта по той же причине, а также увеличением толщины снимаемой стружки угля, способствующей росту объёма отбитой горной массы. Увеличение толщины снимаемой стружки угля произошло из-за наличия на АСТ распорного устройства, уменьшающего разворот струга.

Ситовой анализ сортности угля проводился отделом технического контроля шахты. По результатам ситовых анализов был произведён пересчёт сортового анализа состава угля на беспородную массу по классу более 25 мм. От 25 мм и ниже классы используются не обогащённые.

Сравнительные данные сортового состава угля при работе АСТ с заряженной и с разряженной гидровставкой по пласту К<sub>4</sub> приведены в табл.6.16.

Таблица 6.16

Сравнительные данные ситовых анализов угля при работе АСТ с заряженной и разряженной гидровставкой в процентах от веса пробы

Классы крупности	Гидровставка разряжена	Гидровставка заряжена	± к стругу с разряженной гидровставкой
+200	2,8	2,5	-0,3
150-200	4,0	3,6	-0,4
100-150	4,5	4,2	-0,3
50-100	7,5	7,8	+0,3
25-50	9,8	10,7	+0,9
+25	28,6	28,8	+0,2
13-25	18,5	17,3	-1,2
6-13	17,7	17,5	-0,2
3-6	20,1	19,9	-0,2
1-3	9,2	10,0	+0,8
0-1	5,9	6,5	+0,6
Итого	100	100	0

Анализ результатов хронометражных наблюдений показал, что машинное время работы АСТ в добычные смены равно

20,3 %. При использовании серийного струга этот показатель составлял 12,1 %, то есть при работе АСТ машинное время работы струга возросло в 1,68 раз.

В первую очередь это объясняется уменьшением времени выполнения вспомогательных операций с 17,1 % при работе серийного струга до 13,7 % при работе АСТ вследствие исключения времени на ручное обрушение навесов и снижением простоев лавы из-за отказов струговой установки. При работе серийного струга в добычную смену принудительное обрушение навесов («присухи») отбойными молотками занимало до 22 % рабочего времени (80 мин).

Показатели работы лавы с серийным стругом и АСТ приведены в табл. 6.17.

Таблица 6.17

Сравнительные показатели работы лавы по пласту К<sub>4</sub> с серийным стругом и со стругом АСТ

Наименование параметров	Струг 1СО2620		Струг АСТ		
	январь	февраль	март	апрель	май
Подвигание лавы, м	17,7	36,8	50,5	49,5	45
Добыча, т					
Месячная	4160	8650	11420	10730	9210
Суточная	139	298	368	358	329
Максимальная суточная	317	479	792	616	540
Производительность, т/вых.	4,5	13,6	30,5	26,6	18,2

За наблюдаемый период времени серийным стругом было добыто 12810 т. угля, а АСТ – 31360 т. угля. Среднесуточная добыча серийным стругом составила 218 т, а АСТ – 351 т (при двухсменной работе) или на 133 т (61 %) больше.

7. С АСТ при наличии «спайки» угля с кровлей пласта.

Лавы на пласте К<sub>2</sub> «Дроновский» отрабатывались механизированным комплексом обратным ходом по восстанию от сборного штрека до откаточного штрека верхнего горизонта. Угол падения угольного пласта – 5...8°. Длина выемочного участка – 1200 м, длина лавы – 150 м.

Угольный пласт К<sub>2</sub> средней мощностью 0,72–0,8 м сложного строения, состоял из двух пачек. Уголь верхней пачки

мощностью 0,63–0,65 м блестящий, крепкий, полосчатый. Полосчатость была обусловлена наличием тонких прослоек углисто-глинистого сланца, повсеместно наблюдались включения прожилок кварца и пирита. В верхней части угольной пачки и на контакте с непосредственной кровлей уголь пиритизирован от 0,05 до 0,1 м. Повсеместно в период испытаний наблюдалась спайка угля с кровлей, которая образует «присуху».

Коэффициент крепости пиритизированного прослоя составлял 8–9 по шкале проф. М.М. Протодяконова.

Прослой – сланец глинистый, чёрный, тонкослоистый, слабый. Мощность прослоя – до 0,08 м.

Нижняя пачка – уголь блестящий, крепкий, тонкослоистый, трещиноватый с линзовидными прослойками кварца от 0,01 до 0,02 м. Контакт с почвой чёткий, уголь легко отслаивался. Мощность нижней пачки – 0,07 м.

Повсеместно наблюдались микросмещения (микросбросы) пласта через 4...5 м. Амплитуда смещений от 0,05 до 0,15 м. Сопrotивляемость угля резанию составила 115 кН/м. При этом необходимо отметить, что сопротивляемость угля резанию верхней пачки пласта в зоне «присухи» измерить не удалось.

Непосредственная кровля – сланец песчаный, крепкий. Мощность непосредственной кровли из-за её частичного размыва менялась от 2,5 м до 0,3 м. В интервале 870...1050 м от уклона непосредственная кровля была размыва полностью.

Основная кровля – песчаник серый, мелкозернистый, трещиноватый, кварцевый, крепкий мощностью до 17 м.

Угольный пласт подстилался песчаным сланцем мощностью 0,5 м. У пласта сланец комковатый, с обилием детрита («кучерявчик»). Ниже сланец слоистый, слюдистый, мелкозернистый, крепкий, с включениями гнёзд пирита.

Основная почва с породами, склонными к «пучению», была представлена двухметровой толщиной песчаника. Способ управления кровлей в лаве – полное обрушение.

Верхняя часть пласта, не обрабатываемая резцами серийного исполнительного органа установки, зависала почти по всей длине лавы, а по ширине до полутора метров. Нависшая пачка угля мощностью около 0,26 м обрушалась принудительно, для чего по лаве была проложена пневмомагистраль, в шести местах (на каждом

из паев) подключены отбойные молотки. Принудительное ручное опускание навесов занимало во многих сменах до двух часов.

Режим работы лавы – четырёхсменный по 6 часов каждая, три смены добычные и одна ремонтно-подготовительная.

Струговая установка постоянно работала в опережающем режиме (скорость движения струга – 1,52 м/с, скорость движения тяговой цепи конвейера составляла 0,62 м/с). Гидровставка по данным предварительного обследования мощности пласта была установлена в 3-е положение (0,652–0,806 м).

Данные условия эксплуатации исполнительного органа для выемки пласта на всю мощность являлись экстремальными из-за пиритизированной верхней пачки в виде «присухи», включений в неё прожилков кварца и пирита, микросмещений пласта с образованием в кровле порогов.

Горно-геологическое состояние верхней части лавы было неблагоприятное. Почва бортового уклона склонна к «пучению», которое при подходе лавы достигало величины 0,5 м. По этой причине переходная рама и сопрягаемая с ней линейная секция не лежали на почве. Это приводило к тому, что струг при выходе в верхнюю нишу поднимался к кровле пласта и строгал её. Для улучшения условий передвижки верхнего стола механической службой участка первый линейный домкрат установки был переключён на высокое давление, что полностью исключило «дыхание» верхнего участка линейной части конвейера.

При работе АСТ это положение существенно ухудшилось из-за наличия гидравлической раздвижности. При выходе в нарушенную часть сопряжения (1,0–1,5 м) верхняя режущая часть полностью выдвигалась, прихватывала нарушенную породу кровли. Отсутствие «дыхания» става приводило к тому, что резцы гидровставки работали по породе (в направлении забоя) со стружкой 5–7 см, что недопустимо нагружало гидровставку.

Всё это привело к тому, что на первом этапе длительной стабильной работы АСТ не удалось достигнуть.

Всего АСТ отработал:

в июле – 15 суток, добыча при этом составила 9887 т ;

в сентябре – 7 суток с добычей 5283 т.;

в ноябре – 17 суток с добычей 11889 т.;

Общая добыча составила 27059 т. за 39 рабочих дней.

ШахтНИУИ провёл модернизацию АСТ для работы в условиях «спайки» верхней пачки пласта с кровлей.

После этого работы были продолжены. Электрические измерения мощности, потребляемой электродвигателями струга, а также измерения толщины снимаемой стружки, с одновременной регистрацией давления в напорной магистрали производились при работе струговой установки в опережающем режиме.

Замер мощности, потребляемой каждым приводом струга, производился самопишущими киловаттметрами. Измерение толщины снимаемой стружки производились одновременно с замером мощности и осуществлялись в трёх точках на замерном участке лавы. В период замеров на струге стояли ограничители толщины стружки, обеспечивающие вылет резцов в сторону забоя 5 см. Давление в напорной магистрали системы подачи было равно 2,5 МПа.

Мощность, потребляемая приводами струга, толщина снимаемой стружки и удельная энергоёмкость при работе струговой установки 1СО2620 с серийным исполнительным органом и с АСТ приведены в таблице 6.18.

Таблица 6.18

**Мощность, потребляемая приводами струга, толщина снимаемой стружки и удельная энергоёмкость**

Тип исполнительного органа	Давление в гидросистеме подачи, МПа	Направление движения	Толщина снимаемой стружки, см	Мощность, потребляемая электродвигателями струга, кВт	Энергоёмкость процесса разрушения, кВт·ч/т
Серийный	2,5	Вверх	3,4	174,7	0,81
		Вниз	4,9	178,3	
		В среднем	4,1	176,5	
АСТ	2,5	Вверх	4,8	197,4	0,55
		Вниз	5,15	212,4	
		В среднем	5,0	204,9	

Из приведённых в таблице сравнительных данных видно, что при работе АСТ средняя толщина снимаемой стружки составила 5,0 см, а при серийном струге 4,1 см, или на 0,9 см (21,9 %) больше.

При этом средняя потребляемая мощность, составила соответственно 204,9 кВт и 176,5 кВт или на 28,4 кВт (16,1 %) больше.

больше, а удельная энергоёмкость процесса разрушения ( $H_{\text{АСТ}} = 0,8 \text{ м}$ ,  $H_{\text{серийн}} = 0,57 \text{ м}$ ) оказалась на 32,1 % меньше.

Сравнительные данные сортового состава добываемого антрацита при работе серийного исполнительного органа и АСТ приведены в табл. 6.19.

Таблица 6.19

Сравнительные данные ситовых анализов угля

Классы	Серийный	АСТ	± к серийному
+100	4,2	3,2	-1,0
50-100	4,9	6,4	+1,5
25-50	4,5	5,9	+1,4
13-25	17,8	19,3	+1,5
6-13	14,3	15	+0,7
0-6	54,3	50,2	-4,1
Итого:	100	100	0

Показатели работы лавы с серийным исполнительным органом и АСТ приведены в табл. 6.20.

Таблица 6.20

Сравнительные показатели работы лавы

Наименование параметров	Июль		Август		Сентябрь		Октябрь		Ноябрь		Средняя	
	Серийный	АСТ	Серийный	АСТ	Серийный	АСТ	Серийный	АСТ	Серийный	АСТ	Серийный	АСТ
Добыча угля, т												
общая	8213	9887	19445	15116	5283	21975	7136	11889	14119	9020		
суточная	586	659	670	657	755	732	713	699	627	694		
Число дней работы	14	15	29	23	7	30	10	17	22,5	13		

За наблюдаемый период времени серийным исполнительным органом добыто 84717 т угля, а АСТ – 27059 т угля. Среднесуточная добыча АСТ составила 694 т, серийным – 627 т, или на 67 т больше (на 10,7 %). При этом достигнута максимальная суточная добыча: на АСТ – 1026 т, на серийном – 1023 т.

Эксплуатация двух АСТ проводилась в лаве по пласту  $i_2^{\text{IH}}$  и одного – в лаве по пласту  $i_3^{\text{H}}$  «Степановский», оборудованных отечественными механизированными комплексами.

Лавы длиной 170 м отрабатывала угольный пласт  $i_2^{\text{IH}}$ .

Отработка запасов осуществлялась обратным ходом по простиранию. Угол падения пласта  $12^\circ$ , однако в вентиляционном штреке в интервале 240–340 м от уклона отмечено увеличение угла падения до  $25^\circ$ .

Запасы угля по выемочному столбу составили 293 тыс. т.

Угольный пласт  $i_2^{\text{IH}}$  средней мощностью 0,85 м имел сложное строение, состоял из двух пачек антрацита, разделённых прослойкой вязкого глинистого сланца. Мощность верхней пачки угля составляла 0,24...0,3 м, прослоя 0,03...0,07 м, нижней пачки 0,43...0,64 м.

Мощность пласта колебалась в пределах 0,71...0,89 м. Уголь хрупкий, крепкий, трещиноватый, плитчатый, сухой с включениями линз пирита и прожилками кварца. Сопротивляемость угля резанию составляла в неотжатой зоне 308 кН/м, а в зоне работы струга 199 кН/м. Контакт угля с вмещающими породами – резкий, периодически имело место зависание верхней пачки пласта.

На всей отрабатываемой площади не исключалась возможность проявления «ложной кровли», представленной слабым глинистым сланцем мощностью около 0,15 м.

Откаточный штрек был пройден с нижней подрывкой и погашался после прохода лавы.

Непосредственная кровля пласта была представлена сланцем песчаным и песчано-глинистым, тонкослоистым, крепким, трещиноватым. Мощность непосредственной кровли составляла 0,7...2,4 м.

Основная кровля состояла из двух и более слоёв сланца песчаного и песчаника. Мощность основной кровли – 4,4...7,5 м.

Непосредственная почва пласта – сланец песчаный «кучерявчик», крепкий, плавно переходивший в песчаник, по длине лавы в период проведения испытаний постоянно наблюдались пороги от одного до трёх по длине лавы.

Транспортировка угля из лавы осуществлялась конвейером струговой установки на конвейерный штрек. По штреку проложены: скребковый конвейер и ленточный конвейер, далее уголь попадал на конвейерный ходок уклона, где был проложен ленточный конвейер, коренной штрек, далее – в вагонетки.

На начало работы АСТ в лаве со струговой установки 1СО2620 серийным исполнительным органом было отработано 360 м выемочного столба.

Лавы длиной 150 м отработывала угольный пласт  $i_3^H$  «Степановский».

Отработка запасов осуществлялась обратным ходом по простиранию. Угол падения пласта – 4–5°. Залегание пласта – слабоволнистое. Пласт был представлен двумя пачками крепкого антрацита, блестящего, с прожилками кварца и линзами пирита, мощность пачек: верхней 0,12–0,21 м, нижней 0,58–0,78 м, разделённых прослойкой глинистого сланца мощностью 0,01–0,15 м. Мощность пласта колебалась от 0,77 м до 1,0 м – средняя в разрезной печи 0,95 м. Мощность пласта постепенно уменьшалась от разрезной печи к сборному конвейерному штреку.

Сопротивляемость угля резанию в неотжатой зоне равнялась 140 кН/м, а в зоне работы струга – 91 кН/м. Верхняя пачка пласта по всей длине лавы была склонна к зависанию. Для её опускания требовались затраты ручного труда.

Непосредственная кровля пласта – песчаный сланец, тёмно-серый, трещиноватый, тонкослоистый, средней крепости, от среднеустойчивого до легкообрушаемого, мощностью 4–6 м.

Основная кровля пласта – песчаник, тёмно-серый, кварцевый, трещиноватый, крепкий, устойчивый, мощностью 4–6 м.

Непосредственная почва пласта – песчаный сланец «кучерявчик» с отпечатками растительного детрита, слабопучающий, мощностью 0,5 м, переходивший в крепкий устойчивый песчаник, мощность 4 м.

При прохождении штреков встретились три дизъюнктивных нарушения: микросбросы с амплитудой сброса 0,2 м, 0,95 м и 0,4 м, первое в 238 м, второе в 735 м и третье в 1340 м от разрезной печи.

В 910 метрах от конвейерного штрека – зона смены пород кровли песчаного сланца песчаником. Ширина зоны 200 м. Были возможны вывалы пород кровли мощностью до 2 м.

В 190 м от конвейерного штрека встретился размыв пласта с утонением его до 0,6 м. Из пликативных нарушений были встречены мелкие складки флексурного, антиклинального и синклинального типов.

Запасы выемочного поля – 420 тыс. т.

Режим работы лав – четырёхсменный по 6 часов каждая, три смены добычные и одна ремонтно-подготовительная.

Струговые установки работали в обеих лавах в отстающем режиме (скорость движения струга – 0,77 м/с, скорость движения тяговой цепи конвейера – 1,23 м/с). Гидровставка по данным предварительного обследования мощности пласта была установлена в 3-е положение (0,689–0,864 м), но в ходе работы одной лавы была переставлена в первое положение (0,529–0,704 м). В другой лаве гидровставка продолжала работать в 3-ем положении.

Условия работы в целом соответствовали горнотехническим условиям применения, установленным конструкторской документацией на АСТ. Исключение составляла сопротивляемость угля резанию в одной из лав, превышавшая верхний предел установленной для АСТ на 23,2 % в неотжатой лаве и на 59,2 % в зоне работы струга.

В первой лаве после работы АСТ в течение 5,5 месяцев гидровставка была демонтирована в связи с появлением в лаве утонения мощности пласта меньше минимальной жёсткой высоты струга (0,529 м).

При работе с гидровставкой в 1-ом положении лыжа гидровставки не имела постоянного контакта с кровлей по всей длине лавы.

Эта мера была вызвана высокой сопротивляемостью угля резанию, наличием вязкого прослойка и порожистой почвой, приводящей в этих условиях к периодическим потерям устойчивости системы «струг-база» и, соответственно, к образованию «земника».

В другой лаве АСТ отработал в течении 3-х месяцев.

В обеих лавах были проведены электрические измерения мощности, потребляемой электродвигателями струга, с одновременным замером толщины снимаемой стружки с регистрацией давления в гидросистеме подачи, определялись сортность добываемого угля, технико-экономические показатели работы лав при работе АСТ в сравнении с работой лав, оборудованных серийным стругом, проводились хронометражные наблюдения.

Электрические измерения мощности, потребляемой электродвигателями струга, а также измерения толщины снимаемой стружки с одновременной регистрацией давления в напорной магистрали проводились при работе струговой установки в отстающем режиме.

Замер мощности, потребляемой каждым приводом струга, производился самопишущими киловаттметрами. Измерение толщины снимаемой стружки производилось одновременно с замером мощности. Давление в гидросистеме подачи измерялось тарированными манометрами. В период замеров на струге стояли ограничители толщины стружки, обеспечивавшие вылет резцов в сторону забоя соответственно на величину 3,5 см в одной лаве и 5,5 см в другой лаве.

Мощность, потребляемая приводами струга, толщина снимаемой стружки, давление в напорной магистрали системы подачи и удельная энергоёмкость при работе струговой установки 1СО2620 с серийным исполнительным органом и АСТ приведены в таблицах 6.21 и 6.22 соответственно.

Из приведённых в таблицах сравнительных данных видно, что при работе АСТ толщина снимаемой стружки составила соответственно 6,7 см в одной лаве (при давлении в гидросистеме подачи 3,0 МПа) и 6,3 см в другой, а при серийном струге 5,0 см (при давлении в гидросистеме подачи 4,0 МПа) и 4,2 см, т. е. на 34 % и на 50 % больше.

При этом средняя потребляемая мощность составила:

при вылете резца 5,5 см – 70 кВт и 73,6 кВт, или на 6,4 кВт (8,7 %) больше;

при вылете резца 3,5 см – 82,1 кВт и 76,99 кВт, или на 5,11 кВт (6,6 %) больше.

Энергоёмкость процесса разрушения по высоте исполнительного органа оказалось при работе АСТ на 51 % меньше.

По результатам ситовых анализов произведён пересчёт сортового состава угля на беспородную массу по классу более 25 мм. От 25 мм и ниже классы использовались небогащёнными. Сравнительные данные сортового состава добываемого антрацита при работе серийного исполнительного органа и АСТ приведены в таблицах 6.23 и 6.24.

Таблица 6.21

Результаты измерений электрогидравлических параметров и толщины стружки (вылет резца – 3,5 см)

Тип исполнительного органа	Давление в гидросистеме подачи, МПа	Направление движения	Толщина снимаемой стружки, см	Мощность, потребляемая электродвигателем струга, кВт	Удельная энергоёмкость процесса разрушения, кВт·ч/т
Серийный	4,0	Вверх	5,8	65,1	0,56
		Вниз	4,3	82,8	0,97
		В среднем	5,03	73,6	0,77
АСТ	3,0	Вверх	6,5	81,8	0,4
		Вниз	6,9	—*	—
		В среднем	6,7		

\* Ввиду того, что при проходе струга сверху вниз конвейер перегружается (отстающий режим работы) имели место частые выключения струга (до 90 остановок), мощность, потребляемую приводами, определить не удалось.

Таблица 6.22

Результаты измерений электрогидравлических параметров и толщины стружки (вылет резца – 5,5 см)

Тип исполнительного органа	Давление в гидросистеме подачи, МПа	Направление движения	Толщина снимаемой стружки, см	Мощность, потребляемая электродвигателем струга, кВт	Удельная энергоёмкость процесса разрушения, кВт·ч/т
Серийный	4,0	Вверх	4,65	72,16	0,67
		Вниз	3,67	81,81	0,94
		В среднем	4,16	76,99	0,79
АСТ	4,0	Вверх	6,0	86,79	0,35
		Вниз	6,5	78,12	0,29
		В среднем	6,25	82,01	0,38

**Таблица 6.23**

**Сравнительные данные ситовых анализов угля (вылет резца 5,5 см)**

Классы	Серийный исполнительный орган	АСТ	± к серийному
+100	18,7	21,5	+2,8
50–100	3,8	5,2	+1,4
25–50	4,4	3,3	-1,1
+25	26,9	30	+3,1
13–25	23,5	22,3	-1,2
6–13	27,8	27,7	-0,1
0–6	21,8	20,0	-1,8
Итого:	100	100	0

**Таблица 6.24**

**Сравнительные данные ситовых анализов угля (вылет резца 3,5 см)**

Классы	Серийный исполнительный орган	АСТ	± к серийному
+100	36,0	31,7	-4,3
50–100	18,4	21,5	+3,1
25–50	3,8	6,1	+2,3
+25	58,2	59,3	+1,1
13–25	8,8	8,6	-0,2
6–13	12,0	7,9	-4,1
0–6	21,0	24,2	+3,2
Итого:	100	100	0

Как видно из приведённых данных, ухудшений сортового состава угля при работе АСТ в сравнении с серийным исполнительным органом практически не произошло, несмотря на обработку всей мощности пласта.

Объём хронометражных наблюдений за работой серийного исполнительного органа при вылете резцов 5,5 см и АСТ составил по 9 добычных смен (54 ч). Хронометражные наблюдения за исполнительным органом АСТ при вылете резцов 3,5 см проводились в течении 9 добычных смен (54 ч), при этом добыто 3077 угля.

Анализ результатов хронометражных наблюдений показал, что машинное время работы АСТ в добычные смены находилось в пределах от 11,6 до 25,9 %, в среднем оно равно 18,9 %. Для серийного струга этот показатель составил 9,5 – 11,6 %, а в среднем – 10,5 %, т. е. при работе АСТ машинное время струга увеличивалось в 1,8 раза.

Это объясняется в основном снижением простоев лавы из-за отказов струговой установки, отсутствием «негабаритов» и по этой причине – уменьшением простоев лавы из-за неполадок с доставочными механизмами лавы.

Простои лавы из-за отказов струговой установки снизились в первую очередь по причине уменьшения количества клинений струга, срезов предохранительных пальцев на приводах струга и конвейера и, соответственно, времени на их замену при работе АСТ. Время замены срезных пальцев в добычные смены по одной лаве при работе серийного струга составило 0,6 %, при работе АСТ – 0,28 %, а по другой лаве соответственно 2,01 % и 1,14 %. В среднем по обеим лавам простои уменьшились на 48,3 %.

Производительность струговых установок 1СО2620 в добычные смены по машинному времени составила:

**при вылете резцов 5,5 см:**

при работе серийного струга – 260 т/ч;

при работе АСТ – 276 т/ч,

или в 1,06 раза больше.

Производительность струговой установки в целом определяется её производительностью по машинному времени конвейера.

Показатели работы лав с серийным исполнительным органом и АСТ приведены в табл. 6.25.

За наблюдаемый период времени серийным исполнительным органом добыто 15115 т угля, а АСТ – 70140 т. угля. Среднесуточная добыча АСТ составила 632 т, серийным – 539 т или на 93 т (17,3 %) больше. При этом достигнута максимальная суточная добыча: с серийным исполнительным органом – 1107 т, с АСТ – 1110 т.

Таблица 6.25

Показатели работы лав с серийным исполнительным органом и с АСТ

Наименование параметров	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май
	С серийным исполнительным органом	С АСТ	С АСТ	С АСТ	С АСТ
Подвигание забоя, м	59,1	32,7	88,9	77	85,4

Добыча, т					
Месячная	15115	7819	21537	19418	21336
Суточная	540	279	769	719	763
Максимальная суточная	1107	510	885	960	1110
Производительность, т/вых		8,9	16,3	16,5	18,8

Показатели работы лавы с серийным исполнительным органом в сравнении с показателями работы лавы с АСТ приведены в табл. 6.26.

За наблюдаемый период времени АСТ добыто 71614 т угля, а серийным исполнительным органом за соответствующий период (за март, апрель и май) – 57941 т угля. Среднесуточная добыча с АСТ составила 856 т, с серийным – 667 т или на 189 т (28 %) больше. При этом достигнута максимальная суточная добыча: с АСТ – 1632 т, с серийным – 948 т.

Таблица 6.26

Сравнительные показатели работы лав с серийным исполнительным органом и с АСТ

Наименование параметров	С серийным исполнительным органом			С АСТ		
	Март	Апрель	Май	Март	Апрель	Май
Подвигание забоя, м	72,1	83,4	76,5	50,8	102,1	134
Добыча, т:						
месячная	17265	20669	20007	21488	25414	24712
суточная	580	708	713	716	840	1000
максимальная суточная				1156	1364	1632
Производительность, т/вых	11,8	13,2	12,6	11,7	18,9	19,5

### 6.3 Опыт эксплуатации струговых установок 2СО3413

#### 1. С отечественной агрегатированной крепью.

Эксплуатация отечественного агрегатированного комплекса осуществлялась в лаве со следующими горно-геологическими характеристиками:

Пласт .....  $i_2$  «Степановский»  
 Мощность пласта, м ..... 1,17  
 (утонение до 0,2–0,4 м,

	увеличение до 1,7–1,8 м)
Угол падения, градус .....	2
Прослой глинистого сланца, м.....	до 0,12
Непосредственная кровля.....	Сланец песчанистый с прослоем кварца 0–2,8 м
Основная кровля.....	Песчаник 9,5–12,0 м
Непосредственная почва .....	Сланец песчанистый 0,8–1,2 м
Сечение штрека, м <sup>2</sup> .....	13,8
Длина лавы, м .....	190
Длина выемочного поля, м.....	800
Порядок обработки .....	Обратным ходом

В центральной части выемочного столба была встречена зона утонений, раздувов и мелких внутрипластовых размывов угольного пласта. В пределах этой зоны мощность угольного пласта изменялась от нескольких сантиметров до 1,7–1,8 м.

Комплекс обслуживала комплексная бригада из 4-х звеньев. Режим работы комплекса был четырёхсменным: три смены добычные и одна ремонтная.

В добычную смену звено состояло из машиниста установки, его помощника, 7–8 ГРОЗ на передвижке крепи, 2 ГРОЗ на работах в нишах и электрослесаря по обслуживанию электрооборудования.

В ремонтную смену звено состояло из 10–12 ГРОЗ, 4 электрослесарей, 1–2 специалистов по гидрооборудованию. В эту смену выполнялись работы по выкладке бутокостров вверху и внизу лавы, по проверке цепи конвейера и обтягиванию болтов на скребках, работы по техническому обслуживанию крепи, штрекового оборудования и гидрооборудования; устранялись отказы машин и механизмов комплекса, возникшие в добычные смены.

В процессе эксплуатации комплекса производились измерения мощности, потребляемой приводами струга и конвейера, хронометражные наблюдения, и определялся сортовой состав добываемого угля.

Результаты замеров мощности, потреблённой приводами струга, представлены в табл. 6.27.

Таблица 6.27

### Мощность, потребляемая приводами струга

Мощность, потребляемая приводами струга, кВт		Суммарная мощность, кВт	Скорость движения струга, м/с	Давление в системе подачи, кгс/см <sup>2</sup>	Толщина стружки, см
ближний	дальний				
92,7	101,4	194,1	1,677	70	5,97
51	32,4	83,4	1,677	0	0
46	48,3	94,3	0,733	70	5,97
27,3	25,5	52,8	0,733	0	0

В табл. 6.28 приведены электрические измерения на приводах конвейера.

Данные о сортовом составе угля приведены в табл. 6.29.

Таблица 6.28

### Мощность, потребляемая приводами конвейера

Мощность, потребляемая приводами конвейера, кВт		Суммарная мощность, кВт	Примечание
дальний	ближний		
42,5	21	63,5	Конвейер не загружен
93,6	70	163,6	Конвейер загружен 2,5 стружками

Таблица 6.29

### Сортовой состав угля

Классы крупности, мм	Выход классов, кг	%
+100	84,3	6,7
50 ± 100	110,3	8,8
25 ± 50	159,8	12,7
13 ± 25	174,9	13,9
6 ± 13	189,1	15,1
0 ± 6	537,4	42,8
Всего:	1255,8	100,0

Хронометражные наблюдения проводились в течение 24 смен, в том числе 6-ти ремонтных. За это время добыто 6520 т горной массы. Пооперационные затраты времени определялись из хронометражных наблюдений.

Анализ хронометражных наблюдений показывает, что эффективное время работы струга составило 14,6 %. На вспомогательные операции затрачивалось 3,1 %, на подготовительно-заключительные операции – 3,9 %, техническое

обслуживание комплекса – 21,1 %. Потери времени по причине простоев составили 52,2 %, в том числе из-за отказов оборудования комплекса – 9,5 %. Простои из-за простоев ленточных конвейеров – 36,3%.

Технико-экономические показатели работы лавы приведены в таблице 6.30. С момента ввода лавы в эксплуатацию первые три месяца она работала с нагрузкой более 1000 т/сут., далее в связи с ухудшением горно-геологических условий нагрузка существенно снизилась.

В период эксплуатации происходили обрушения ложной кровли в верхней части лавы (94–100 секций) до 3 м, утонение пласта  $m = 0,4$  м (выше секции № 100 – на длине 15–20 м), пережим  $m = 0,6$  м (94–106 секции), обрушение большого количества

Таблица 6.30

## Показатели работы

Показатели	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	Итого за 10 месяцев
Мощность пласта, м	1,25	1,27	1,27	1,35	1,3	1,3	1,2	1,16	1,18	1,23	1,25
Угол падения пласта, градус	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Длина лавы, м	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192
Добыча лавы за месяц, т	23200	33540	29158	12168	7609	11349	10363	10831	7236	26664	172118
Среднесуточная нагрузка, т/сут	1450	1342	1166	487*	293*	473*	545*	417*	1447	1053	797/1248**
Максимальная суточная нагрузка, т/сут	1800	2000	1850	2200	1100	970	1120	1200	1500	1400	2200
Подвигание линии очистного забоя, м	61,0	70,5	60,5	25,0	14,0	23,0	21	24	15	56,0	370
Количество рабочих дней в месяц	16	25	25	25	26	24	19	26	5	25	216
Количество выходов ГРОЗ, вых/мес	1510	2690	2570	2175	2480	1944	1920	2068	-	2060	-
Производительность ГРОЗ, т/вых.	15,4	17,0	13,4	-	-	-	-	-	-	12,9	12,8

\* Работа в период перехода горно-геологических нарушений пласта.

\*\* Среднесуточная нагрузка в период работы лавы без горно-геологических нарушений.

породы в откаточном штреке на длине 18 м. На восстановление штрека ушло 12 дней.

Работа в сложных горно-геологических условиях привела к выходам из строя деталей и узлов линейной части комплекса и к снижению нагрузки на лаву из-за частых остановок на восстановление работоспособности комплекса и ленточных конвейеров.

За 10 месяцев работы комплекса добыча составила 172118 т при подвигании линии забоя на 370 м со среднесуточной добычей 797 т.

Среднесуточная нагрузка в период работы лавы без горно-геологических нарушений пласта составила 1248 т.

2. С польской агрегатированной крепью.

Эксплуатация очистного стругового комплекса, включающего струговую установку 2СО3413, агрегатированную механизированную крепь и конвейер польского производства осуществлялась на пласте К<sub>6</sub> в Казахстане. Основные горно-геологические и горнотехнические условия эксплуатации представлены в табл. 6.31.

**Таблица 6.31**  
**Горно-геологические и горнотехнические условия лавы на пласте К<sub>6</sub>**

№	Наименование показателя	Значения
1	Длина выемочного столба, м	1000
2	Длина лавы, м	200
3	Угол залегания пласта, градус	5–9
4	Вынимаемая мощность, м	1,2
5	Расположение очистного забоя	левое
6	Подвигание лавы	по падению пласта
7	Характеристика непосредственной кровли: мощность, м аргиллит предел прочности при одноосном сжатии, МПа песчаник, м предел прочности при одноосном сжатии, МПа	0,1–0,25  12,7 4,0–23,6 72
8	Характеристика почвы: мощность, м алевролит предел прочности при одноосном сжатии, МПа песчаник, м предел прочности при одноосном сжатии, МПа	0–5,29  12,5 3,7–25,0 62,3
9	Приток воды, м <sup>3</sup> /ч	5,0-10,0

Пласт К<sub>6</sub>, слоистый, был отнесён к газоносным пластам, не опасным по выбросам угля и газа, не склонным к самовозгоранию, но опасным по взрыву угольной пыли. Уголь пласта К<sub>6</sub> – сухой с естественной влажностью 3,0 %. Предвиделась возможность поступления воды в количестве 5,0–10,0 м<sup>3</sup>/ч.

Транспортировка угля из лавы производилась скребковым перегружателем, ленточными конвейерами длиной 1100, 400 и 100 м, затем перегружателем и далее через бункер на общешахтную конвейерную линию.

Процесс добычи угля на участке осуществляла суточная комплексная бригада, выполнявшая все технологические операции в лаве, на конвейерном и вентиляционном бремсбергах.

Режим работы лавы – три шестичасовые смены по добыче угля и одна ремонтно-подготовительная.

Численность суточной комплексной бригады – 148 человек. Бригада была разбита на 5 звеньев по добыче угля (всего 105 человек) и два ремонтно-подготовительных звена, всего 40–43 человека.

В добычную смену расстановка людей была следующей: машинист струга – 1 человек, машинист крепи – 7 человек, концевые операции с выемкой ниш: вверху – 2 человека, внизу – 2 человека; электрослесарь – 1 человек, рабочие по обслуживанию участковой транспортной линии – 2 человека.

Схема расстановки периодически видоизменялась, так как люди выполняли и вспомогательные работы по перекреплению сопряжений, доставке леса и оборудования и другие работы.

Лавы длиной 200 м была разделена на 7 участков (паёв), каждый из которых обслуживался одним машинистом крепи, в обязанности которого входили передвижка крепи и струговой установки, управление струговой установкой относительно почвы и кровли пласта, зачистка лавы и участие в ремонте оборудования, требующего затраты физического ручного труда.

Технологическая схема выемки угля была принята следующая.

Струг при помощи тяговой цепи, расположенной на конвейере со стороны крепи, перемещался вдоль забоя. Толщина

стружки регулировалась при помощи регулируемых ограничителей, которые устанавливали вылет резцов в пределах 40–70 мм.

Погрузка отбитого угля на конвейер осуществлялась корпусом струга. Постоянное прижатие струга к забою и передвижка конвейера вслед за проходом струга осуществлялись гидроцилиндрами секций крепи, которые развивали усилия, в среднем равные 32 кН (от 30 до 50 кН).

Передвижка приводных станций производилась гидроцилиндрами гидрофицированного стола.

Остановка и реверсирование струга в конечных точках лавы осуществлялась с помощью концевых выключателей.

После подвигания струговой установки на глубину 0,6 м производилась передвижка крепи и приводов струговой установки. Затем цикл повторялся.

Одновременно осуществлялась выемка ниш. Через 1,2 м производилась передвижка гидрофицированных столов.

Результаты хронометражных наблюдений приведены в табл. 6.32.

Таблица 6.32

Затраты времени на выполнение работ в лаве по данным хронометражных наблюдений (9 смен)

Технологические операции и простои	Время, мин	Процент, %
Время наблюдений	3240	100
Необходимые затраты времени, в т. ч.:	2400	75,3
Подготовительно-заключительные операции	320	9,9
Работа струговой установки	1200	37,0
Передвижка верхнего привода	210	6,4
Передвижка нижнего привода	40	1,2
Передвижка верхнего гидростола	70	2,2
Передвижка нижнего гидростола	360	11,1
Передвижка мех. крепи	240	7,5
Потери рабочего времени, в т. ч.:	800	24,7
Устранение отказов струговой установки	480	14,7
Простой конвейерного транспорта	60	1,9
Простои промкомплекса	60	1,9
Отсутствие электроэнергии	60	1,9
Отсутствие эмульсии	60	1,9
Загазованность верхнего сопряжения	80	2,4

За время хронометражных наблюдений добыча составила 3900 т, при этом среднесуточная добыча составила 1300 т,

максимальная добыча – 1430 т. Коэффициент машинного времени струга составил 0,37.

Во время хронометражных наблюдений учитывались работы по подготовке ниш на конвейерном и вентиляционном бремсбергах, подрывке почвы на вентиляционном бремсберге и выдаче металлокрепки из тупиковой части вентиляционного бремсберга. Общее время затрат на указанные операции составило 1030 мин. В табл. 6.32 эти операции не приведены, так как они совмещались по времени в процессе работы струговой установки.

Мощность, потребляемая приводами, определялась при работе струговой установки как под нагрузкой, так и на холостом ходу.

При работе под нагрузкой суммарная мощность, потребляемая приводами струга, находилась в пределах 205–379 кВт при средней потребляемой мощности 304 кВт, при установленной 320 кВт. Мощность холостого хода приводов струга составила 160 кВт.

Суммарная мощность, потребляемая приводами конвейера, составила: под нагрузкой 165–278 кВт при средней мощности 236 кВт, на холостом ходу – 130 кВт, при установленной 220 кВт.

Сортность добываемого стругом 2СО3413 угля определялась рассевом пробы на стандартных ситах.

Результаты ситового анализа приведены в табл. 6.33.

Таблица 6.33

Гранулометрический состав угля

Классы, мм	Выход классов	
	кг	Процент всей пробы
Более 100	13,4	3,28
50–100	71,1	5,38
25–50	128,7	9,75
13–25	163,2	12,38
6–13	189,8	14,38
3–6	178,0	13,49
1–3	309,6	23,45
0–3	236,0	17,88
Всего	13198	100

Из таблицы видно, что суммарный выход классов угля +13 у струга 2СО3413 составлял 30,79 %.

Технико-экономические показатели работы стругового комплекса на пласте К<sub>6</sub> приведены в табл. 6.34. Из таблицы видно, что в период стабильной работы комплекса среднесуточная нагрузка достигла 1204 т при максимальной суточной нагрузке 1950 т.

Таблица 6.34

**Технико-экономические показатели работы стругового комплекса на пласте К<sub>6</sub>**

Наименование показателей	Апрель	Май	Июнь	Июль
Добыча, т	4818	28598	33724	15313
Подвигание, м	15,1	84,6	93,6	46,3
Среднесуточная нагрузка, т/сут	370	1144	1204	510
Максимальная суточная нагрузка, т/сут	770	1850	1950	1550
Вынимаемая мощность, м	1,10	1,12	1,08	1,00
Длина лавы, м	198	198	198	198
Угол падения пласта, градус	8	8	8	8
Количество рабочих суток	13	25	28	30
Производительность труда, т/мес.	54,1	181,8	191,5	87,7

Причиной снижения технико-экономических показателей в июле месяце явились простои из-за поломок основной и крайней рам струга, повышенного количества порывов соединительных звеньев струговой цепи вследствие достижения предельного износа и появление большого количества воды в лаве из верхних слоёв кровли во второй половине месяца. Для сравнительной оценки работы стругового комплекса на пласте К<sub>6</sub> были приняты результаты работы отечественных струговых комплексов и комбайновых комплексов. Данные приведены в табл. 6.35.

Таблица 6.35

**Сравнительные технико-экономические показатели работы струговых и комбайновых комплексов**

Наименование показателей	Струговой комплекс на пласте К <sub>6</sub>	Струговой комплекс	Струговой комплекс	Струговой комплекс	Комбайновый комплекс	Комбайновый комплекс	Комбайновый комплекс
Добыча, т	25878	11142	13623	18950	15370	14700	209,60
Подвигание, м	74,8	29,7	47,1	62,0	54,0	38,1	98,0
Среднесуточная нагрузка, т	953	423	475	638	560	670	745

Максимальная суточная нагрузка, т	1950	840	1150	994	1200	1100	1200
Вынимаемая мощность м	1,08	1,33	1,10	1,30	0,90	1,30	1,12

Продолжение табл. 6.35

Наименование показателей	Струговой комплекс на пласте К6	Струговой комплекс	Струговой комплекс	Струговой комплекс	Комбайновый комплекс	Комбайновый комплекс	Комбайновый комплекс
Длина лавы, м	198	150	158	137	147	150	112
Угол падения пласта, градус	8	10–22	6–8	5–8	12–22	15–23	3–5
Производительность труда, т/мес	153,7	103,8	140,9	224,4	129,0	141,0	221,0
Наработка на отказ, ч	18,3	6,6	7,0	9,8	6,5	10,7	17,0

## 6.4 Опыт эксплуатации струговой установки 2СО2623

1. На пласте мощностью более 1 м.

Эксплуатация струговой установки 2СО2623 проводилась при отработке пласта со следующими горно-геологическими условиями: мощность пласта 1,24–1,44 м, длина лавы 180 м, угол падения 14°. Сопrotивляемость угля резанию, замеренная ШахтНИУИ после подвигания забоя на 7 м от разрезной печи, составляла 240 кН/м. Непосредственная кровля была сложена из легкообрушаемого глинистого сланца (ложная кровля) мощностью до 1 м и песчаного сланца мощностью до 5 м. Основная кровля пласта – песчаник.

Непосредственной почвой пласта являлся крепкий мелкозернистый песчаник. По всей длине лавы почва имела диагонально- расположенные на расстоянии 10–15 м друг от друга пороги с перепадом по высоте до 20 см.

Для отработки пласта была принята сплошная система разработки. Длина шахтного поля – 1500 м.

Для поддержания откаточного штрека внизу лавы выкладывалась бутовая полоса шириной 6 м, стенка из железобетонных тумб и ряд костров.

Вентиляционный штрек поддерживался бутовой полосой шириной 6 м и рядом костров.

Способ управления кровлей – полное обрушение.

Отбор угля из-под лавы осуществлялся ленточным конвейером с шириной ленты 1000 мм. Далее уголь по уклону ленточными конвейерами выдавался на погрузочный пункт коренного штрека, где он грузился в вагонетки.

Лавы были укомплектованы ГРОЗ из расчёта работы в три смены. График организации работ предусматривал время на подготовку лавы и работу по скользящему графику. В каждую смену лаву обслуживало звено комплексной бригады в следующем составе: машинист струговой установки – 1, помощник машиниста – 1, рабочие очистного забоя – 10–15, дежурный электрослесарь – 1, рабочие по выемке ниш (в сутки) – 6 человек (2 человека в нижней, 4 в верхней нише).

Продолжительность смены составляла 7 часов. 3-часовой промежуток времени между 3-й и 1-й сменами использовался для ремонта и профилактики оборудования в лаве.

Машинист струговой установки и его помощник обслуживали соответственно нижнюю и верхнюю приводные головки. В обязанности машиниста входило управление стругом и конвейером, передвижка и крепление нижней головки, зачистка рабочего места. Помощник машиниста осуществлял передвижку верхней головки и распорного устройства, а в случае необходимости – остановку струговой установки с помощью аварийной кнопки «стоп».

Рабочие на «паях» производили крепление и зачистку лавы, управление гидродомкратами подачи струговой установки на забой и следили за работой струга на своём «пае».

В ходе работы было установлено, что сдерживающим фактором повышения производительности струговой установки являются недостаточная производительность стругового конвейера. При погрузке на конвейер второй и третьей стружек часть угля пересыпалась через борт на завальную сторону. Поэтому струг приходилось регулярно останавливать для скачивания угля с конвейера.

Струг эффективно разрушал крепкий уголь, работа струга отличалась устойчивостью, образование земника наблюдалось только в случае чрезмерного износа почвенных резцов и в местах перегиба почвы лавы. Гидрооборудование обеспечило

передвижку и прижатие конвейера к забою. Распорное устройство обеспечило надёжное удержание установки от сползания и работало безаварийно.

Замеры мощности приводов струга показали (табл. 6.36), что при рабочем давлении в гидромагистрали линейных гидродомкратов равном 3,2–3,5 МПа суммарная мощность, потребляемая при рабочем ходе, находилась в пределах 116,3–160,8 кВт. Средняя толщина стружки колебалась в пределах 4,2–5,7 см. Повышенная энергоёмкость процесса выемки при измерениях в первый период испытаний объясняется значительной сопротивляемостью угля резанию до первичной посадки основной кровли.

Замеры также показали, что электродвигатели конвейера загружались не полностью, в пределах 33,8–36,2 % при рабочем ходе и на 23,4 % при холостом ходе от общей установленной мощности (с учётом КПД электродвигателя). При этом загрузка нижнего электродвигателя превышала загрузку верхнего электродвигателя в 4 раза. Из этого следует, что фактически транспортирование угля обеспечивалось только нижним приводом. Верхний привод работал на холостом ходу или с незначительной нагрузкой. В этой связи целесообразно эксплуатировать конвейер при работе только нижнего привода, что обеспечит улучшение запуска электродвигателя и исключит такое нежелательное явление как вход в генераторный режим одного из электродвигателей при их одновременном запуске.

Анализ хронометражных наблюдений показал, что машинное время струга составило 7,2 %. Производительность струговой установки по машинному времени за период хронометражных наблюдений составила 473 т/ч.

За счёт применения струговой установки 2СО2623 на крепких антрацитах сортность добываемого угля улучшилась. За 8 месяцев эксплуатации этой установки выход крупных классов по сравнению с комбайнами увеличился на 3 %, что позволило получить дополнительную прибыль.

Сравнение струговой установки 2СО2623 со струговой установкой 1С2320Н показало, что выход штыба при её применении на 11 % ниже, а выход крупных классов на 7 % выше в аналогичных условиях.

Достигнутые за время испытаний технико-экономические показатели работы струговой установки 2СО2623 приведены в таблице 6.37.

Таблица 6.36

## Мощность, потребляемая приводами струга

v, м/с	Режим работы	Направление движения струга	Средняя мощность, потребляемая электродвигателями струга, кВт			Средняя толщина стружки, см	Удельная энергоёмкость выемки, кВт·ч/т		Среднее давление в линейных гидродомкратах, МПа
			Вверх	Вниз	В среднем		По высоте исполнитель- ного органа	По мощности пласта	
1,53	Рабочий ход	Вверх	80,1	67,0	147,1	4,5	0,703	3,251	3,5
		Вниз	81,1	93,3	174,4	3,9	0,961	0,343	3,5
		В среднем	80,6	80,2	160,8	4,2	0,832	0,297	3,5
1,53	Рабочий ход	Вверх	36,9	73,6	110,5	4,7	0,505	0,180	3,2
		Вниз	54,5	67,5	122,0	5,4	0,487	0,174	3,2
		В среднем	45,7	70,6	116,3	5,1	0,496	0,177	3,2
1,53	Холостой ход	Вверх	41,7	25,2	66,9	—	—	—	—
		Вниз	31,3	64,8	96,1	—	—	—	—
		В среднем	36,5	45,0	81,5	—	—	—	—

Таблица 6.37

## Технико-экономические показатели работы струговой установки 2СО2623

Наименование показателей	сент.	окт.	нояб.	дек.	январь.	февр.	март	апр.	май	В среднем
Длина лавы, м	180	180	180	180	181	184	185	185	185	182
Угол падения пласта, градус	12	12	13	12	12	12	12	12	11	11
Мощность пласта, м	1,43	1,44	1,44	1,44	1,44	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
Производительность пласта, т/м <sup>2</sup>	2,42	2,43	2,43	2,43	2,43	2,45	2,54	2,45	2,45	2,45
Подвигание забоя, м	26,2	39,4	33,9	48,4	49,0	50,0	45,1	45,1	48,1	48,1
Вынута площадь пласта, м <sup>2</sup>	4716	7092	6102	8712	8869	9200	8345	8345	8325	8900
Добыча месячная, т	11430	17200	14820	21200	21550	22560	20440	20410	21296	18990
Среднесуточная, т	458	636	617	846	830	940	818	785	887	766
Производительность труда ГРОЗ, т/вых	13,6	12,4	11,4	13,1	11,0	10,9	—	—	—	—

Для сравнения в таблицах 6.38 и 6.39 приведены показатели работы комбайна и струговой установки 1С2320Н с механизированной крепью, полученные в аналогичных горно-геологических условиях.

Из приведённых данных следует, что средняя нагрузка на лаву, оснащённую струговой установкой 2СО2623 была выше на 56 %, чем на соседнюю комбайновую лаву. Несмотря на высокие затраты по заработной плате и амортизационным отчислениям, средняя себестоимость угля, добытого из струговой лавы, меньше по сравнению с комбайновой лавой.

Сдерживающими факторами для достижения более высоких технико-экономических показателей работы установки были: необходимость ручной разбивки больших негабаритных кусков угля и связанные с этим значительные простои конвейера и струга, большие затраты времени на крепление и управление кровлей в лаве, недостаточная производительность стругового конвейера, а также неполадки в работе внутришахтного транспорта. Практика показала, что эти факторы, а также организация труда на участке не позволяли постоянно использовать возможности установки. При хорошей организации труда в лаве и бесперебойном обеспечении погрузочного пункта порожняком производительность струговой установки 2СО2623 можно значительно увеличить. Так, в отдельные дни установкой было добыто 3000 т крепкого антрацита. За эти сутки струговая установка находилась в работе 935 мин или 74,2 % общего времени (21 ч). В это время входили также затраты времени на подготовку лавы (переноску тумб), которые составили примерно 20 % общего времени, и на разбивку негабаритных кусков угля.

## 2. На пласте мощностью менее 1 м.

Эксплуатация струговой установки проводилась со следующими горно-геологическими условиями: мощность пласта 0,85–0,9 м, длина лавы 170 м. угол падения 10°. Сопrotивляемость угля резанию, замеренная ШахтНИУИ после подвигания забоя на 48 м от разрезной печи, составляла 154 кН/м. Непосредственная кровля сложена из легко обрушаемого глинистого сланца (ложная кровля, мощность до 0,15 м) и песчаного сланца мощностью до 4 м средней устойчивости.

Основная кровля пласта – песчаник. Непосредственная кровля пласта – песчаный сланец,

Таблица 6.38

## Технико-экономические показатели работы очистного комбайна в аналогичных условиях

Наименование показателей	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	В среднем
Длина лавы, м							
Угол падения пласта, градус	8	11	12	13	13	13	
Мощность пласта, м	1,40	1,37	1,35	1,39	1,40	1,40	1,34
Производительность пласта, т/м <sup>2</sup>	2,27	2,31	2,28	2,35	2,37	2,37	2,39
Подвигание забоя, м	28,3	27,9	34,4	30,8	28,1	24,2	29,0
Вынута площадь пласта, м <sup>2</sup>	5191	5117	6191	5661	5202	4477	5284
Добыча месячная, т	12303	1121	14116	13280	12330	10610	1242
Среднесуточная, т	470	448	537	516	514	408	482
Производительность труда ГРОЗ, т/вых	15,7	15,5	15,2	14,9	14,3	11,4	14,4

Таблица 6.39

## Технико-экономические показатели работы струговой установки 1С2320Н

Наименование показателей	нояб.	дек.	январ.	февр.	март	апр.	май	В среднем
Длина лавы, м	170	170	170	170	170	170	170	170
Угол падения пласта, градус	12	12	12	12	12	12	10	12
Мощность пласта, м	0,90	0,87	0,92	1,06	1,12	1,06	0,97	0,99
вынимаемая, м	0,90	0,87	0,92					
Производительность пласта, т/ м <sup>2</sup>	1,57	1,50	1,59	1,84	1,96	1,84	1,69	1,72
Подвигание забоя, м	56,6	58,9	43,6	33,5	39,2	43,8	40,0	45,1
Вынута площадь пласта, м <sup>2</sup>	9622	10013	7412	5695	6662	7446	6794	7673
Добыча месячная, т	15060	15041	11818	10245	13016	13533	11449	12880
Среднесуточная, т	627	602	438	447	501	501	477	506
Производительность труда ГРОЗ, т/вых	13,0	12,6	9,9	9,3	9,3	12,2	11,9	11,1

плотный, постепенно переходящий в мелкозернистый песчаник.

Для отработки пласта была принята столбовая система разработки от границы шахтного поля обратным ходом. Длина выемочного столба – 1140 м.

Для поддержания конвейерного штрека внизу лавы выкладывалась бутовая полоса шириной 6 м и ряд костров.

Вентиляционный штрек поддерживался рядом костров и спаренными рамками, состоявшими из распила и двух деревянных стоек.

Для крепления лавы и управления кровлей применялась отечественная механизированная крепь с удлинёнными штоками. Секция крепи обеспечивала перекрытие кровли по простиранию 3,2 м и по падению 1,3 м.

Отбор угля из-под лавы осуществлялся скребковым конвейером с последующей перегрузкой на уклонные ленточные конвейеры. Далее на погрузочном пункте коренного штрека уголь грузился в вагонетки.

Работа струговой установки велась в три добычные смены. Передвижка секций крепи осуществлялась во время работы струга.

Лаву обслуживала комплексная бригада ГРОЗ. Состав звена в каждую смену был следующим: машинист струговой установки – 1, его помощник – 1, рабочие очистного забоя – 5–6, дежурный электрослесарь – 1.

В ремонтно-подготовительную смену производился осмотр и ремонт установки, механизированной крепи, проходка ниш. Для выемки ниш в сутки использовалось 4 человек

При эксплуатации было отмечено, что производительность конвейера недостаточна, так как при погрузке на конвейер второй и третьей стружек часть угля пересыпалась через борта на завальную сторону. По этой причине струг приходилось останавливать до полного скачивания угля конвейером.

Исполнительный орган установки 2СО2623 работал удовлетворительно. Разрушение стругом угольного массива происходило устойчиво, без образования «земника».

Замеры мощности приводов струга (табл. 6.40) показали, что при рабочем давлении в гидромагистрали линейных гидродомкратов равном 2,6–3,5 МПа суммарная мощность,

потребляемая при рабочем ходе, находилась в пределах 92,4–145,4 кВт. Средняя толщина стружки составила 4,8 см. Струг работал 8,1 % общего времени. Производительность струговой установки – 444 т/ч, а производительность ГРОЗ – 23 т/вых.

Замеры также показали, что загрузка нижнего электродвигателя конвейера превышает загрузку верхнего в 2 раза.

Достигнутые за время испытаний технико-экономические показатели работы струговой установки 2СО2623 приведены в таблице 6.41.

3. На пласте мощностью более 1,4 м.

Лава отработывала пласт  $i_3^H$  «Степановский-средний» в направлении от разрезной печи к уклону. Длина выемочного столба по простиранию составляла 1350 м, и по падению 180–190 м. Глубина разработки – 630 м, система разработки – длинные столбы по простиранию.

На участке эксплуатации механизированного комплекса угольный пласт состоял из 2–3 антрацитовых пачек, разделённых породными прослойками. Верхний прослой был представлен интенсивно перемятым, рыхлым песчаным сланцем мощностью от 0,15 до 0,25 м, нижний – слабым глинистым сланцем мощностью до 0,1 м. Антрацитовые пачки разбиты кливажными трещинами, расположенными под углом 10–15° и 80–90° к линии очистного забоя. Сопrotивляемость угля резанию, измеренная в разрезной печи, в среднем по пласту составила 259 кН/м. Мощность пласта колебалась от 1,26 до 1,83 м и на участке испытаний в среднем составила 1,45 м. Угол падения пласта – 8°. Пласт был не опасен по пыли и газу, внезапным выбросам и горным ударам.

Непосредственная кровля пласта была представлена песчаным сланцем средней устойчивости мощностью 1,8–3,3 м. Коэффициент крепости пород по шкале проф. М. М. Протоdjяконова

$f = 4–6$ .

В основной кровле залегал крепкий песчаник мощностью 1,3–3,7 м ( $f = 7–8$ ), в почве пласта – песчаник ( $f = 7–8$ ).

Гипсометрия пласта – спокойная. Приток воды в лаву не превышал 2 м<sup>3</sup>/час. Горно-разведочными скважинами и

оконтуривающими подготовительными выработками тектонические нарушения на выемочном участке не были установлены.

Таблица 6.40

## Мощность, потребляемая приводами струга

v, м/с	Режим работы	Направление движения струга	Средняя мощность, потребляемая электродвигателями струга, кВт			Средняя толщина стружки, см	Удельная энергоёмкость выемки, кВт·ч/т		Среднее давление в линейных гидродомкратах, МПа
			37,9	49,3	81,2		По высоте исполнитель- ного органа	По мощности пласта	
0,93	Рабочий ход	Вверх	37,9	49,3	81,2	4,2	0,416	0,148	3,5
		Вниз	44,2	59,4	103,6	7,2	0,309	0,110	3,5
		В среднем	41,1	57,1	92,4	5,7	0,348	0,124	3,5
1,53	Рабочий ход	Вверх	93,8	54,9	148,7	3,3	0,810	0,529	2,6
		Вниз	82,8	59,3	142,1	6,3	0,404	0,263	2,6
		В среднем	88,3	57,1	145,4	4,8	0,607	0,396	2,6
1,53	Холостой ход	Вверх	16,0	59,0	75,0	—	—	—	—
		Вниз	36,5	47,0	88,5	—	—	—	—
		В среднем	26,3	53,0	79,3	—	—	—	—

Таблица 6.41

## Технико-экономические показатели работы струговой установки 2СО2623

Наименование показателей	нояб.	дек.	январь.	февр.	март	апр.	май	В среднем
Длина лавы, м	175	174	174	174	175	175	175	175
Угол падения пласта, градус	11	11	9	9	9	9	9	9
Мощность пласта, м	0,94	0,91	0,99	0,95	0,99	0,99	0,99	0,97
вынимаемая, м	0,92	0,91	0,95	0,95				
Производительность пласта, т/м <sup>2</sup>	1,64	1,59	1,72	1,65	1,72	1,84	1,72	1,70
Подвигание забоя, м	59,2	66,5	63,7	70,5	70,5	62,9	76,9	67,2
Вынута площадь пласта, м <sup>2</sup>	8553	11572	11084	12292	12330	11003	13422	11467
Добыча месячная, т	16771	18399	19045	19390	22000	20369	22980	19787
Среднесуточная, т	699	736	705	777	880	783	1044	838
Производительность труда ГРОЗ, т/вых	15,2	16,8	16,8	17,3	16,8	17,6	22,3	17,5

Длина лавы – 170 м. Ниши проходились буровзрывным способом. Крепление ниш осуществлялось гидростойками под металлические верхняки. Расстояние между стойками по простиранию пласта – 1,2 м, между рамками крепи по падению пласта – 1,0 м. Просек проходил с опережением забоя лавы и через 50–70 м сбивался печами с конвейерным штреком. Просек и печи были закреплены деревянными стойками под распилы. Расстояние между стойками в рамке – 1,0 м, между рамками – 1,0 м.

Сопряжение лавы с просеком было закреплено гидростойками под металлические верхняки. Вдоль нижней и верхней бермы выкладывалось по одному ряду деревянных костров. Уголь по лаве, просеку и печи транспортировался скребковыми конвейерами, по штреку и затем по уклону – ленточным конвейером на коренной штрек.

В лаве был принят 4-сменный режим работы: 3 смены добычные и одна ремонтно-подготовительная. Продолжительность каждой смены – 6 часов.

Хронометражные наблюдения за работой стругового комплекса с целью определения показателей его надёжности и установления фактических затрат рабочего времени на выполнение основных операций технологического цикла при выемке угля производились сектором производственных наблюдений

ШахтНИУИ. Общий объём хронометражных наблюдений за работой стругового комплекса составил 100 смен, в том числе 25 ремонтных смен.

Анализ результатов хронометражных наблюдений показал, что машинное время работы струга в добычные смены составляло 10,5 %, а в среднем в течение суток, т. е. с учётом ремонтных смен – 8,7 %. Машинное время струговой установки 2СО2623, которое определялось машинным временем конвейера, в добычные смены составило 19,8 %, в течение суток – 16,4 %.

Производительность струговой установки 2СО2623 по машинному времени струга в среднем за весь период наблюдения равнялась 419 т/ч, а по машинному времени конвейера – 246 т/ч. Производительность труда рабочего очистного забоя за период хронометражных наблюдений составила 22,0 т/вых., а

производительность труда рабочего по лаве – 16,5 т/вых. Производительность струговой установки 2СО2623 в различные периоды её эксплуатации, установленная по результатам хронометражных наблюдений колебалась в пределах 274–650 т/ч по машинному времени струга и 184–325 т/ч по машинному времени конвейера.

Анализ результатов хронометражных наблюдений показал, что струговой комплекс имел значительные резервы времени для достижения более высокой нагрузки на очистной забой.

Технико-экономические показатели работы комплекса с установкой приведены в табл. 6.42.

Таблица 6.42

**Показатели работы стругового комплекса с установкой 2СО2623**

Показатели	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Среднее за период
Добыча, т	30105	28893	27533	28825	27980	28667
Среднесуточная нагрузка, т/сут	1022	1049	1020	1028	1041	1039
Подвигание очистного забоя:						
месячное, м	76,8	76,4	65,0	74,1	70,8	72,6
суточное, м	2,56	2,94	2,32	2,74	2,62	2,63
Максимальная достигнутая нагрузка, т/сутки	1230	1807	1996	1676	1644	1671
Производительность труда ГРОЗ, т/вых.	15,0	15,1	17,9	15,4	15,6	15,7
Месячная производительность, т/месяц	247	227,5	217	229	220	234

Согласно данным таблицы, механизированный комплекс в течение 5 месяцев устойчиво работал со среднесуточной нагрузкой свыше 1000 т в лаве длиной 170 м.

#### 4. При работе по восстанию пласта.

Отработка лав по восстанию или падению пластов оказывает существенное влияние на эффективность применения технологии струговой выемки угля.

ШахтНИУИ были проведены исследования работы стругового комплекса с установкой 2СО2623 при выемке по восстанию пласта.

Выемочный участок лавы с размерами 1200 м по восстанию и 200 м по простиранию обрабатывался по восстанию. Угол падения пласта изменялся в широких пределах – от  $1^\circ$  до  $22^\circ$ . В середине столба был встречен участок длиной 22 м со средним углом падения  $18^\circ$  и максимальным  $22^\circ$ , этот и другие участки с углом падения пласта более  $8^\circ$  были успешно преодолены комплексом.

Обрабатывался антрацитовый пласт с вынимаемой мощностью от 1,2 до 1,5 м (в среднем 1,4 м) и сопротивляемостью угля резанию 210 кН/м. Мощность прослоек глинистого сланца составляла от 0,07 до 0,17 м (в среднем 0,11 м).

Непосредственная кровля пласта была представлена песчаным сланцем мощностью от 0,5 до 0,8 м, крепостью  $f = 7-8$  по шкале проф. М. М. Протодяконова, в целом средней устойчивости и неустойчивым в зонах горно-геологических нарушений. Основная кровля – крепкий песчаник мощностью от 10 до 15 м, крепостью  $f = 10$ . В почве пласта залегал крепкий песчаник мощностью более 10 м.

За время наблюдений комплексом пройдено 577 м, в том числе 423 м на углах падения от  $8^\circ$  до  $19^\circ$  и 88 м – от  $12^\circ$  до  $19^\circ$ .

Работоспособность струговой установки определялась путём наблюдений за техническим состоянием сборочных единиц и деталей. За время испытаний при эксплуатации струговой установки на углах по восстанию более  $8^\circ$  все её узлы и сборочные единицы находились в рабочем состоянии. Исполнительный орган, набранный на высоту 855 мм, работал устойчиво, не опрокидываясь на завальную сторону, и не оставлял «земник».

Наклонное положение базы струговой установки не сказывалось на износе скребковой цепи, рештаков и бортов конвейера. Рабочие параметры установки по усилию в системе подачи установки на забой, скорости струга и конвейера, энерговооружённости, длине лавы соответствовали технической характеристике струговой установки и их изменения, в связи с увеличением угла падения пласта, не потребовалось.

По результатам расчёта допустимая площадь поперечного сечения грузопотока конвейера при угле падения  $10^\circ$  составила  $0,35 \text{ м}^2$ .

При эксплуатации комплекса по восстанию пласта с углом  $12^\circ$  расчётная площадь поперечного сечения грузопотока уменьшилась незначительно (около 3 %) и составила  $0,34 \text{ м}^2$ . Такое незначительное уменьшение площади поперечного сечения грузопотока практически не снизило производительности конвейера.

С точки зрения техники безопасности, обработка угольных пластов по восстанию не повышает опасности работ.

Горизонтальное положение конвейера в лаве исключило сползание струговой установки, что позволяло отказаться от работ по корректированию положения конвейера.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Преимущества технологии струговой выемки углей на тонких пластах определяет перспективность её применения в России. Возможная область применения технологии струговой выемки в России представлена в таблице А.1 (см. приложение).

Большое количество высококачественных шахтопластов, пригодных к струговой выемке, насчитывается и на закрытых ранее шахтах в различных бассейнах России. По мере необходимости такие пласты могут быть вскрыты с полей действующих шахт и отработаны с применением струговых комплексов.

Расширение области применения технологии струговой выемки позволит повысить рентабельность и эффективность отработки тонких угольных пластов.

Одной из главных тенденций развития технологии струговой выемки тонких угольных пластов является совершенствование исполнительных органов. Создание исполнительного органа для струговых установок отрывного типа, обеспечивающего работу без отжатия конвейера, позволяет применять их в комплексе с агрегатированными механизированными крепями.

В то же время назрела необходимость развивать и совершенствовать конструкции исполнительных органов струговых установок отрывного типа.

Основное направление совершенствования исполнительных органов струговых установок отрывного типа предполагает решение следующих задач:

- совершенствование схем резания, в том числе и применение ассиметричных схем расположения резцов;

- совершенствование и повышение надёжности конструкций, обеспечивающих выемку угля на всю мощность пласта в автоматическом режиме регулировки высоты исполнительного органа;

- расширение номенклатуры режущего инструмента, обеспечивающего эффективное разрушение угольного пласта и расширения области применения по его крепости;

- повышение надёжности конструкции для применения приводов с единичной мощностью свыше 1000 кВт.

Решение этих задач позволит расширить область применения струговых установок отрывного типа как наиболее простых, дешёвых

и безопасных в эксплуатации по сравнению с другими типами струговых установок.

Таблица А.1

Возможная область применения струговой выемки на угольных шахтах России

Наименование шахты, пласт	Промышленные запасы, млн. т.	Марка угля	Мощность пласта, м, от-до/средняя	Угол падения пласта, град.	Сопротивляемость угля, кН/м <sup>2</sup>	Опасность по выбросам угля и газа	Опасность по горным ударам	Мощность локжон, м	Устойчивость нижнего слоя непосредственной кровли	Тяжесть кровли	Сцепление угля с кровлей / включения в верхней части пласта
<b>Кузнецкий бассейн</b>											
«Абашевская», 14	4,7	Ж	0,9–1,6/1,6	8–20	180	–	Угрож.	0,1	Среднеуст.	Тяжелая	Слабое / нет
«Абашевская», 15	3,3	Ж	1,2–1,8/1,5	6–25	150–197	–	Угрож.	0,0	Среднеуст.	Средняя	Слабое / есть
«Абашевская», 16	7,7	Ж	1,2–1,8/1,4	6–25	180	Опасный	Угрож.	0,2	Среднеуст.	Средняя	Слабое / нет
«Абашевская», 22	6,0	Ж	1,0–1,4/1,2	6–20	190	–	Угрож.	0,2	Неустойч.	Средняя	Слабое / нет
«Абашевская», 24	7,3	ГЖ	0,95–1,0	8–13	220	–	Угрож.	0,0	Среднеуст.	Легкая	Прочное / есть
«Юбилейная», 14	15,5	Ж	1,1–1,7/1,4	0–12	180	Угрож.	Угрож.	0,0	Среднеуст.	Средняя	Слабое / нет
«Юбилейная», 16	17,0	Ж	1,55–1,9/1,7	0–12	120	Угрож.	Угрож.	0,2	Среднеуст.	Тяжелая	Слабое / нет
«Юбилейная», 21	11,1	Ж	0,95–1,0	0–12	200	Не разрабат.	Не разрабат.	–	Неустойч.	Тяжелая	Слабое / есть
«Юбилейная», 22	13,7	Ж	1,2	0–12	140	–	Угрож.	0,2	Среднеуст.	Тяжелая	Слабое / нет
«Осинниковская», Е <sub>4</sub>	17,6	Ж	1,2–1,7/1,35	5–15	130	Опасный	Опасный	0,2	Среднеуст.	Тяжелая	Слабое / нет
«Осинниковская», К <sub>5</sub>	20,2	Ж	1,0–1,9/1,6	2–14	130–180	Угрож.	Опасный	0,1	Среднеуст.	Тяжелая	Слабое / нет
«Осинниковская», К <sub>1</sub> <sup>ВП</sup>	19,3	Ж	1,0–1,7/1,3	4–17	130–170	Угрож.	Угрож.	0,1	Неустойч.	Средняя	Слабое / нет
«Осинниковская», Е <sub>9</sub>	4,8	Ж	1,36–1,8	5–10	130	Угрож.	Угрож.	0,2	Неустойч.	Тяжелая	Слабое / нет
«Осинниковская», Е <sub>7</sub>	10,8	Ж	1,14–1,60	5–10	100	Угрож.	Угрож.	0,3	Неустойч.	Средняя	Прочное / есть
«Осинниковская», Е <sub>6</sub>	12,6	Ж	1,1–1,8/1,6	5–10	130	Угрож.	Опасный	0,3	Неустойч.	Тяжелая	Слабое / нет
«Осинниковская», Е <sub>1</sub>	23,0	Ж	1,6–1,9	10–12	130–200	Угрож.	Угрож.	0,1	Неустойч.	Тяжелая	Прочное / есть
«Осинниковская», К <sub>4</sub>	17,3	Ж	1,4–1,7	5–14	135	Угрож.	Опасный	0,3	Неустойч.	Тяжелая	Прочное / есть
«Осинниковская», К <sub>3</sub>	21,8	Ж	0,7–1,4/1,0	5–13	125	Угрож.	Опасный	0,2	Среднеуст.	Тяжелая	Прочное / есть
«Первомайская», 24	10,0	К	0,95–1,3/1,1	13–21	140	Защитный	Угрож.	0,3	Неустойч.	Тяжелая	Слабое / нет
«Новая», 6	11,0	Ж	0,9–1,1/0,95	9–14	240	Защитный	–	0,1	Неустойч.	Тяжелая	Слабое / нет
«Чертинская», 4	15,0	Ж	1,4	10–23	146	Опасный	–	0,1	Неустойч.	Тяжелая	Слабое / нет

Продолжение табл. А.1

Наименование шахты, пласт	Промышленные запасы, млн. т.	Марка угля	Мощность пласта, м, от-до/средняя	Угол падения пласта, град.	Сопротивляемость угля резанию, кН/м	Опасность по выбросам угля и газа	Опасность по горным ударам	Мощность локжон, м	Устойчивость нижнего слоя непосредственной кровли	Тяжесть кровли	Сцепление угля с кровлей / включения в верхней части пласта
«Сибирское», Надконгломератовский	8,9	ТС	1,2	6-24	180-200	Не разрабат.	-	0,1	Среднеуст.	Средняя	Прочный / есть
«Физкультурник», Надконгломератовский	11,0	ТС	1,2	6-24	180-200	Не разрабат.	-	0,1	Среднеуст.	Средняя	Прочное / есть
Октябрьская, Несложный	7,2	ДГ	1,4	15-24	137	Не разрабат.	-	0,1	Неустойч.	Средняя	Прочное / нет
Октябрьская, Меренковский	6,0	ДГ	1,25	5-24	157	Не разрабат.	-	0,1	Среднеуст.	Средняя	Прочное / нет
Им.7 ноября, Меренковский	25,1	Г	1,25	4-25	150	Не разрабат.	-	0,2	Неустойч.	Средняя	Прочное / нет
Им. Кирова, Подбреевский	5,1	Г	1,25	5-24	180-200	Не разрабат.	-	0,1	Неустойч.	Средняя	Слабое / нет
Им. Кирова, Майеровский	7,0	Г	1,4	5-24	200	Не разрабат.	-	0,1	Неустойч.	Средняя	Слабое / нет
Им. Кирова, Промежуточный	9,3	Г	1,4	5-24	210	Не разрабат.	-	0,2	Неустойч.	Средняя	Слабое / нет
Им. Кирова, Максимовский	7,1	Г	1,15	5-24	200	Не разрабат.	-	0,1	Неустойч.	Средняя	Слабое / нет
Им. Кирова, Веретенский	8,0	Г	1,3	5-24	180	Не разрабат.	-	0,1	Неустойч.	Средняя	Слабое / нет
<b>Всего:</b>	<b>364,4</b>										

Наименование шахты, пласт	Промышленные запасы, млн. т.	Марка угля	Мощность пласта, м, от-до/средняя	Угол падения пласта, град.	Сопротивляемость угля резанию, кН/м	Опасность по выбросам угля и газа	Опасность по горным ударам	Мощность лужной кровли, м	Устойчивость нижнего слоя непосредственной кровли	Тяжесть кровли	Сцепление угля с кровлей / включения в верхней части пласта
<b>Печорский бассейн</b>											
«Воркутинская», п7	8,0	Ж	1,0-1,1	16-25	180	Опасный	-	0,1	Среднеуст.	Тяжелая	Слабое / нет
«Воркутинская», п11	10,0	Ж	1,1-1,3	16-25	180	Защитный	-	0,1	Среднеуст.	Тяжелая	Слабое / нет
«Северная», п7	23,4	Ж	1,0-1,1	6-11	180	Угрож.	-	0,1	Неустойч.	Тяжелая	Слабое / нет
«Северная», п11	30,0	ГЖ	1,0-1,3	6-11	200	-	-	0,1	Среднеуст.	Тяжелая	Прочное / нет
«Комсомольская», п7	8,0	Ж	1,0-1,1	6-20	180	Опасный	-	0,1	Среднеуст.	Тяжелая	Слабое / нет
<b>Всего:</b>	<b>79,4</b>										
<b>Российский Донбасс</b>											
«Шерловская-Наклонная», К <sub>2</sub>	10,3	А	1,15-1,3	10-20	260	-	-	0,2	Среднеуст.	Средняя	Слабое/ нет
№410, К <sub>2</sub>	10,3	А	1,3-1,5	6-10	240	-	-	0,05	Среднеуст.	Средняя	Слабое/ нет
«Обуховская», К <sub>2</sub>	70,0	А	1,1-1,3	5-10	270	-	-	0,1	Среднеуст.	Средняя	Слабое/ нет
«Обуховская №1», К <sub>2</sub>	110,0	А	1,1-1,4	5-6	260	-	-	0,1	Среднеуст.	Средняя	Слабое/ нет
<b>Всего:</b>	<b>221,2</b>										
<b>Итого:</b>	<b>665,0</b>										

*Научное издание*

**Луганцев Борис Борисович**  
**Ошеров Борис Аронович**  
**Файнбурд Лев Иосипович**

**ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНЫ  
ОТРЫВНЫХ СТРУГОВЫХ УСТАНОВОК**

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 28.10.2014.

Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Печать цифровая  
Усл. печ. л. X,XX. Уч.-изд. л. X,X. Тираж 500. Заказ XX-XXXX.

Отпечатано в ИД «Политехник»  
346428, г. Новочеркасск, ул. Первомайская, 166  
idp-npi@mail.ru