

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»

С.Ю. Нестерова

МЕХАНИЗАЦИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ В ДЛИННОМ ОЧИСТНОМ ЗАБОЕ

Учебно-методическое пособие

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета
2018

УДК 622.272
ББК 33.361-113я7

Н56

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор *С.С. Андрейко*
(Пермский национальный
исследовательский политехнический университет);
канд. техн. наук *Г.Я. Кошев*
(Березниковский филиал Пермского национального
исследовательского политехнического университета)

Нестерова, С.Ю.

Н56 Механизация и организация работ в длинном очистном забое: учебно-метод. пособие / С.Ю. Нестерова. – Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2018. – 42 с.

ISBN

Изложены теоретические основы разработки месторождений твердых полезных ископаемых длинными очистными забоями и представлен порядок выполнения практических занятий по дисциплине «Основы горного дела» (модуль «Подземная геотехнология»).

Рекомендовано для выполнения самостоятельных расчетов, в том числе при курсовом проектировании технологии ведения работ в длинном очистном забое. Пособие позволит студенту приобрести навыки по обоснованному выбору средств механизации для заданных горно-геологических условий и рассчитать основные параметры его работы.

Предназначено для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело».

УДК 622.272
ББК 33.361-113я7
Н56

ISBN

© ПНИПУ, 2018

Оглавление

Практическое занятие № 1. ВЫБОР МЕХАНИЗИРОВАННОГО КОМБАЙНОВОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ В ДЛИННОМ ОЧИСТНОМ ЗАБОЕ	5
Практическое занятие № 2. ПРОВЕРКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПИ В УСЛОВИЯХ ПРОЕКТИРУЕМОЙ ЛАВЫ	7
<i>Проверка по высоте крепи</i>	7
<i>Проверка крепи по силовым нагрузкам</i>	8
<i>Проверка крепи по вдавливанию в породы кровли и почвы</i>	11
Практическое занятие № 3. РАСЧЕТ СКОРОСТИ ПОДАЧИ УЗКОЗАХВАТНОГО ОЧИСТНОГО КОМБАЙНА ПРИ РАБОТЕ В ЛАВЕ, ЗАКРЕПЛЕННОЙ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПЬЮ	13
<i>Проверка скорости подачи комбайна по максимально допустимой скорости подачи</i>	15
<i>Проверка скорости подачи комбайна по максимально возможной скорости передвижения машиниста</i>	15
<i>Проверка скорости подачи комбайна по скорости крепления лавы механизированной крепью</i>	15
Практическое занятие № 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ НА ОЧИСТНОЙ ЗАБОЙ ПРИ КОМПЛЕКСНО-МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ВЫЕМКЕ	18
Практическое занятие № 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ОЧИСТНОЙ БРИГАДЫ И КОМПЛЕКСНОЙ НОРМЫ ВЫРАБОТКИ	20
<i>Процессы и операции, выполняемые в очистном забое и в обслуживающих его подготовительных выработках</i>	20
<i>Расчет трудоемкости работ и комплексной нормы выработки</i>	21
Практическое занятие № 6. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ В ОЧИСТНОМ ЗАБОЕ	25
<i>Расчет планограммы работ в очистном забое</i>	26
<i>Построение планограммы работ в очистном забое</i>	29
<i>Составление графика выходов рабочих</i>	31
<i>Технико-экономические показатели по очистному забою</i>	33
ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ	33
<i>Приложение 1</i> Схемы гидрофицированных крепей механизированных комплексов.....	34
<i>Приложение 2</i> Конструктивные особенности, достоинства и недостатки некоторых типов механизированных крепей.....	36
<i>Приложение 3</i> Рекомендации по выбору очистного комбайна.....	37
<i>Приложение 4</i> Конструктивные особенности, достоинства и недостатки некоторых типов очистных комбайнов.....	38
<i>Приложение 5.</i> Рекомендации по выбору и обоснованию схемы работы очистного комбайна в лаве.....	39
<i>Приложение 6</i> Случайные перерывы в работе очистного забоя.....	40
<i>Приложение 7</i> Пример графической части «Паспорта очистного забоя».....	41
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	42

Практическое занятие № 1.

ВЫБОР МЕХАНИЗИРОВАННОГО КОМБАЙНОВОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ В ДЛИННОМ ОЧИСТНОМ ЗАБОЕ

Цель работы: приобретение навыков по обоснованному выбору средств механизации очистных работ для заданных горно-геологических и горнотехнических условий.

Теоретические положения.

Одним из важнейших направлений технического прогресса в горнодобывающих отраслях промышленности является комплексная механизация горных работ.

Наиболее остро проблема механизации стоит перед угольной промышленностью, которая характеризуется исключительно сложными условиями труда человека и эксплуатации горных машин. Угол падения пластов изменяется от 0 до 90°, мощность – от нескольких десятков сантиметров до 20 м и более. Пласты с неустойчивыми кровлями составляют 36,3%, с труднообрушаемыми кровлями – 50,8%, слабыми почвами – 18%, с геологическими нарушениями – 43%.

На будущего горного инженера ложится большая ответственность за принятые решения по правильному выбору и эксплуатации горных машин и комплексов, способствующие эффективной и безопасной работе горнодобывающего предприятия.

От степени соответствия выбранного типа очистного оборудования условиям его применения при отработке выемочного поля зависит безопасность труда шахтеров, надежность и долговечность оборудования, а также технико-экономические показатели работы очистного забоя.

При выборе средств механизации очистных работ необходимо учитывать горно-геологические и горнотехнические факторы.

Наилучшие технико-экономические показатели работы очистных забоев могут быть получены при комплексно-механизированных схемах выемки с применением очистных механизированных комплексов (ОМК) и агрегатов.

В состав комбайнового ОМК, предназначенного для работы на пластах пологого и наклонного падения, входят:

- выемочная машина – узкозахватный очистной комбайн;
- доставочная машина – забойный скребковый передвижной конвейер;
- механизированная призабойная крепь;
- крепи сопряжения забоя с обслуживающими его выработками;
- вспомогательное оборудование – насосные станции и др.

Порядок выполнения работы.

По таблицам 2.1. – 2.4. справочно-методическом пособия [1] необходимо подобрать все типы очистных механизированных **комбайновых** комплексов, подходящие для применения в заданных горно-геологических и горнотехнических условиях.

В ходе выбора должны учитываться одновременно следующие факторы:

- мощность пласта;
- угол падения пласта;
- направление выемки пласта (*по простиранию, падению, восстанию*);
- длина лавы;
- категория пород непосредственной кровли по устойчивости;
- категория пород основной кровли по обрушаемости.

После согласования с преподавателем предварительного выбранных типов комбайновых ОМК составляется сводная таблица, в которой приводятся *основные технические характеристики* всех подходящих по условиям применения в проектируемой лаве комплексов.

При заполнении таблицы кроме таких основных показателей, как вынимаемая мощность и угол падения пласта, устойчивость пород непосредственной и обрушаемость основной кровли, а также длина комплекса в поставке, обязательно указываются минимальное проходное сечение для воздуха и состав комплекса (типы комбайнов, типы механизированной призабойной крепи, крепь сопряжения, типы конвейеров).

Пример оформления таблицы 1 представлен ниже.

Таблица 1

Технические характеристики
очистных механизированных комбайновых комплексов [1]

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение			
		1КМ103	КД80	2ОКП	КМ 130
1	2	3	4	5	6

Среди всех подходящих по условиям применения комплексов для дальнейших расчетов необходимо выбрать окончательно лишь один тип очистного механизированного комплекса. Для этого требуется проверить все механизированные крепи, входящие в состав комплексов, на возможность их применения в проектируемой лаве.

Перед выполнением проверки в виде сводной таблицы 2 (*см. пример оформления табл. 1*) приводятся технические характеристики всех механизированных крепей, входящих в состав выбранных комплексов ¹.

¹ Основные параметры механизированных крепей приведены в *таблицах 7.1. – 7.5.* справочно-методического пособия [1].

Практическое занятие № 2. ПРОВЕРКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПИ В УСЛОВИЯХ ПРОЕКТИРУЕМОЙ ЛАВЫ

Цель работы: выполнение проверочных расчетов по определению соответствия конкретной механизированной крепи возможности ее эксплуатации в условиях проектируемой лавы.

Теоретические положения.

Проверка возможности применения конкретного механизированного комплекса в условиях конкретной лавы заключается в проверочных расчетах [2]:

- по высоте механизированной крепи;
- по силовым нагрузкам на стойки крепи;
- по вдавливанию элементов крепи в породы кровли и почвы.

Проверка по высоте крепи

Крепь по высоте удовлетворяет условиям конкретной лавы, если выполняются следующие условия:

$$H_{max} \geq H_{max}^H \quad \text{и} \quad H_{min} \geq H_{min}^H$$

где H_{max} и H_{min} – соответственно максимальная и минимальная высота механизированной крепи по технической характеристике, м (см. табл.2. в практическом занятии №1);

H_{max}^H и H_{min}^H – соответственно максимальная и минимальная высота механизированной крепи необходимая по условиям конкретной лавы, м.

Необходимая по условиям конкретной лавы максимальная и минимальная высота механизированной крепи (рис.1) определяется выражениями:

$$H_{max}^H = m_{max} - \delta \times m_{max} \times l_{п} ,$$

$$H_{min}^H = m_{min} - \delta \times m_{min} \times (l_{з} + r) - \Theta ,$$

где m_{max} и m_{min} – соответственно, максимальная и минимальная мощность пласта, м;

δ – коэффициент, учитывающий свойства пород основной кровли. Для легкообрушаемой основной кровли $\delta = 0,04$; для кровли средней обрушаемости $\delta = 0,025$; для труднообрушаемой $\delta = 0,015$;

$l_{п}$ и $l_{з}$ – соответственно расстояние от забоя до первой и до последней стоек (ряда стоек) секции механизированной крепи, м (табл.2). Очевидно, что при наличии в секции одной стойки (одного ряда стоек) значения $l_{п}$ и $l_{з}$ равны;

r – шаг передвижки крепи, м (табл.2);

Θ – запас высоты на разгрузку секции крепи, необходимый для передвижки секции, м. Его значение принимается в пределах от 0,04 до 0,06 м.

$$m_{max} = m + \Delta m ,$$

$$m_{min} = m - \Delta m ,$$

где m – средняя вынимаемая мощность пласта, м;

Δm – отклонение мощности пласта от его среднего значения, м.

На практике Δm устанавливается путем маркшейдерских замеров. При отсутствии данных принимается в пределах 5–10 % от вынимаемой мощности, т.е.

$$\Delta m = (0,05 \div 0,1) \times m.$$

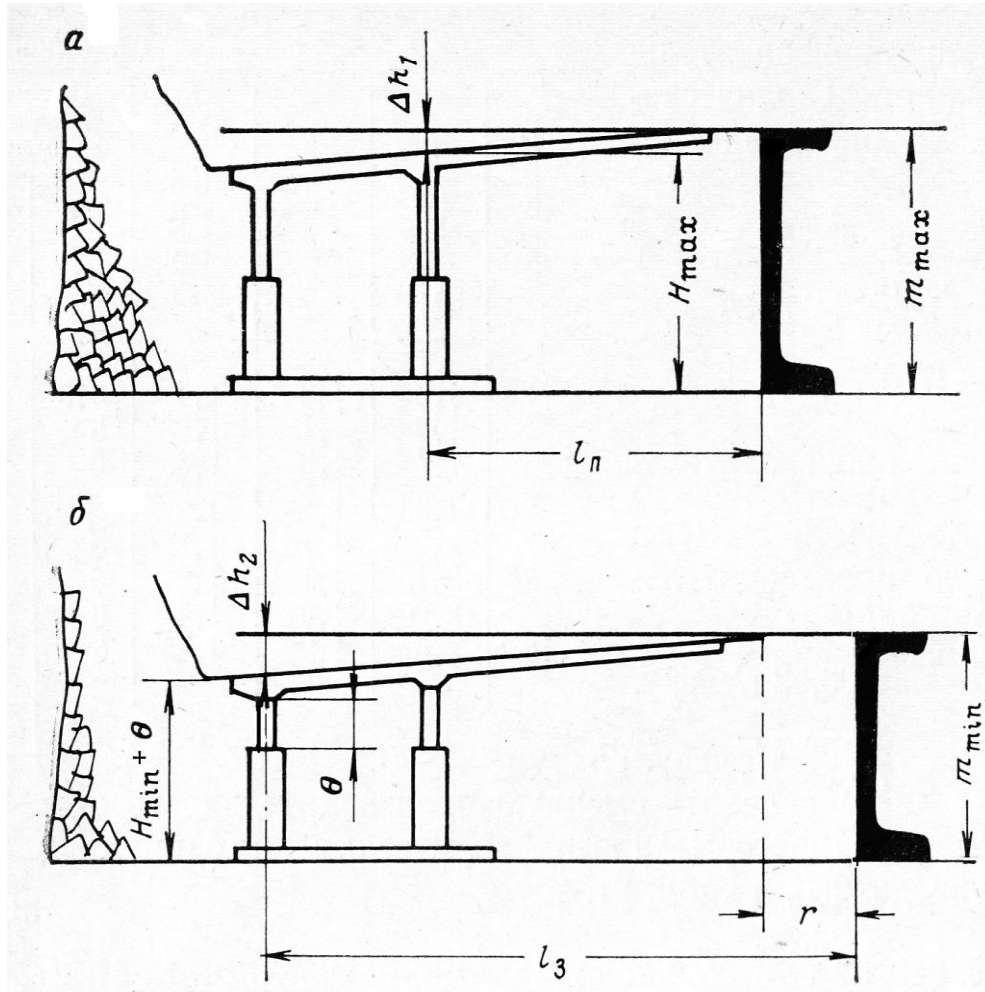


Рис. 1. Расчетная схема к выбору типоразмера крепи:

а – исходное положение крепи в забое;

б – положение крепи после прохода комбайна (до передвижки крепи к забою)

Проверка крепи по силовым нагрузкам

Проверка по силовым нагрузкам предусматривает:

- проверку по нагрузкам на наиболее нагруженную стойку секции крепи;
- проверку по нагрузке на стойку при выходе из строя всех остальных стоек секции механизированной крепи².

А. Проверка по нагрузкам на наиболее нагруженную стойку секции крепи.

Крепь по нагрузкам от непосредственной кровли на наиболее нагруженную стойку секции удовлетворяет условиям конкретной лавы, если выполняется условие

$$R \leq P_c,$$

где R – нагрузка от непосредственной кровли на наиболее нагруженную стойку секции механизированной крепи, МН;

P_c – несущая способность (рабочее сопротивление) стойки крепи, МН (табл.2).

² Эта проверка выполняется только для механизированных крепей, секции которой имеют более одной стойки].

Наибольшую нагрузку от веса пород непосредственной кровли испытывают стойки в секции (комплекте) крепи, расположенные в последнем от забоя ряду (рис.2).

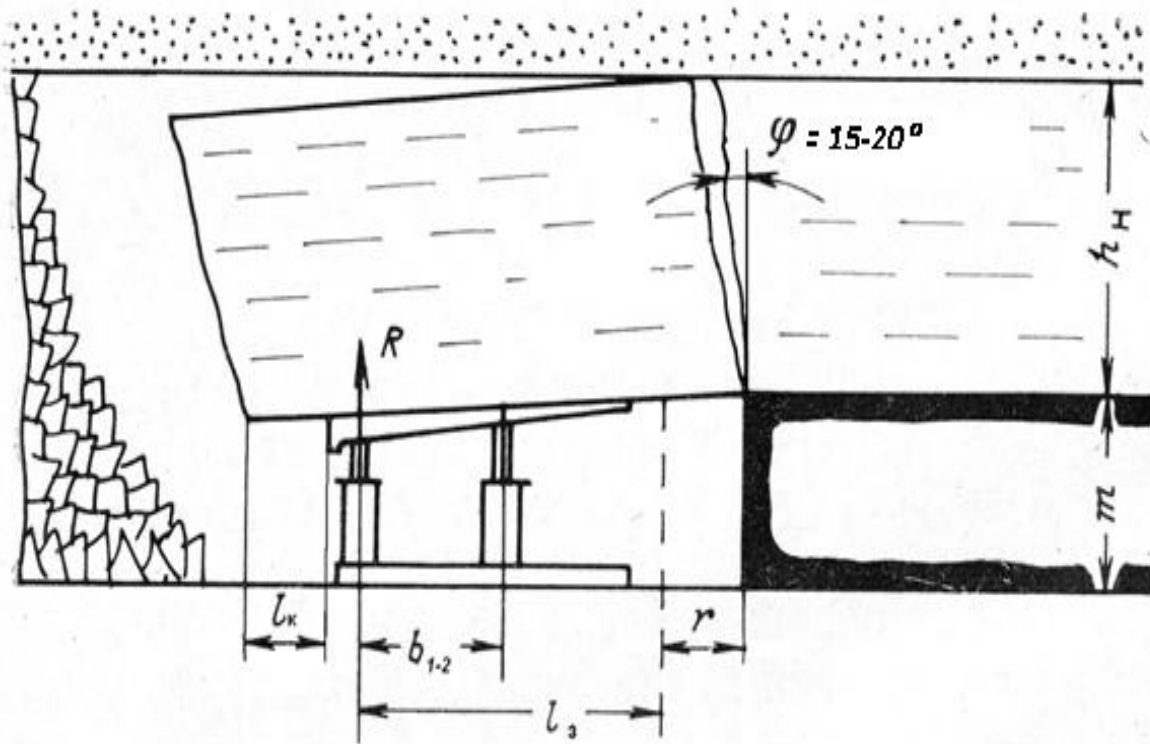


Рис.2. Расчетная схема к определению несущей способности механизированной крепи (при расположении стоек в секции в **ДВА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ** забою лавы ряда)

Нагрузка от непосредственной кровли на наиболее нагруженные стойки секции механизированной крепи определяется в зависимости от количества рядов стоек в секции³:

- при расположении стоек в секции в *один параллельный* забою лавы ряда

$$R = \frac{\gamma_n \times h_n \times (r + l_3 + l_k)^2 \times a}{200 \times (r + l_3) \times n_{ст}} + P_n ;$$

- при расположении стоек в секции в *два параллельных* забою лавы ряда

$$R = \frac{\gamma_n \times h_n \times (r + l_3 + l_k)^2 \times (r + l_3) \times a}{200 \times [(r + l_3)^2 + (r + l_3 - b_{12})^2] \times n_{ст}} + P_n ;$$

- при расположении стоек в секции в *три параллельных* забою лавы ряда

$$R = \frac{\gamma_n \times h_n \times (r + l_3 + l_k)^2 \times (r + l_3) \times a}{200 \times [(r + l_3)^2 + (r + l_3 - b_{12})^2 + (r + l_3 - b_{12} - b_{23})^2] \times n_{ст}} + P_n .$$

В приведенных выше выражениях:

γ_n – средний объемный вес пород непосредственной кровли, T/M^3 ;

h_n – мощность пород непосредственной кровли, м;

r – шаг передвижки крепи, м (табл.2);

³ Схемы некоторых наиболее распространенных гидрофицированных крепей механизированных комплексов представлены в **ПРИЛОЖЕНИИ 1**.

l_3 – расстояние от забоя до последней стойки (ряда стоек) секции механизированной крепи, м (табл.2);

l_k – длина консоли пород непосредственной кровли, зависящей позади секций механизированной крепи, м;

a – шаг установки секций (комплектов) крепи, м (табл.2);

b_{12} – расстояние между первым (от забоя лавы) и вторым рядами стоек в секции механизированной крепи, м (*рассчитывается по данным, приведенным в табл.2*);

b_{23} – расстояние между вторым (от забоя лавы) и третьим рядами стоек в секции механизированной крепи, м (*рассчитывается по данным, приведенным в табл.2*);

P_H – первоначальный распор стойки, МН (табл.2);

$n_{ст}$ – количество стоек в последнем от забоя ряду секции (комплекта) крепи ⁴.

Длина консоли (l_k) пород непосредственной кровли, зависящей позади секций механизированной крепи, устанавливается обычно исходя из имеющегося на шахте опыта разработки данного пласта. Если длина консоли не приведена в исходных данных по проектируемой лаве, то величина ее вычисляется по выражению:

$$l_k = \sqrt{\frac{\sigma_{и} \times h_{н}}{3 \times \gamma_{н}}}, \text{ м}$$

где $\sigma_{и}$ – предел прочности пород непосредственной кровли на изгиб, МПа.

Б. Проверка крепи по нагрузке на стойку при выходе из строя всех остальных стоек секции.

Крепь по нагрузке на стойку секции при выходе из строя всех остальных стоек секции удовлетворяет условиям конкретной лавы, если выполняется условие:

$$R_B \leq P_c,$$

где R_B – нагрузка на стойку секции при выходе из строя всех остальных стоек секции механизированной крепи, МН;

P_c – несущая способность (рабочее сопротивление) стойки крепи, МН (табл.2).

Нагрузка на стойку секции при выходе из строя всех остальных стоек секции механизированной крепи определяется выражением:

$$R_B = \frac{\gamma_{н} \times h_{н} \times (r + l_3 + l_k)^2 \times k_{и} \times a}{200 \times (r + l_3)} + P_H,$$

где $k_{и}$ – коэффициент, учитывающий конструктивное исполнение механизированной крепи.

Значение коэффициента $k_{и}$ принимается равным 1, если крепь представлена однотипными секциями. Если же крепь комплектная и комплект включает секции различной ширины, то значение $k_{и}$ рассчитывается:

⁴ Значение ($n_{ст}$) определяется по данным, приведенным в таблице 2. Например, при исполнении крепи *в виде однотипных секций* величина ($n_{ст}$) определяется путем деления общего числа стоек в секции на количество рядов. В *комплектной крепи* ($n_{ст}$) определяется с учетом числа секций в комплекте.

$$k_{и} = \frac{n_{ск}}{n_{к}},$$

где $n_{ск}$ – количество стоек в одной секции комплекта (табл.2);
 $n_{к}$ – общее количество стоек в комплекте (табл.2).

Проверка крепи по вдавливанию в породы кровли и почвы

Крепь по вдавливанию в породы кровли и почвы удовлетворяет условиям конкретной лавы, если выполняются условия:

$$\frac{R \times n_{с}}{(a \times b)} \leq \sigma_{к} \text{ и } \frac{R \times D_{п}}{P_{с}} \leq \sigma_{п},$$

где R – нагрузка от непосредственной кровли на наиболее нагруженную стойку крепи, МН;
 $n_{с}$ – общее количество стоек в секции (комплекте) (табл.2);
 a – шаг установки секций (комплектов), м (табл.2);
 b – длина секции по перекрытию, м (табл.2);
 $D_{п}$ – давление крепи на почву, МПа (табл.2);
 $P_{с}$ – несущая способность (рабочее сопротивление) стойки крепи, МН (табл.2);
 $\sigma_{к}$ и $\sigma_{п}$ – соответственно, предел прочности пород кровли и почвы на вдавливание, МПа.

Порядок выполнения работы.

Проверка возможности применения механизированной крепи в условиях проектируемой лавы выполняется по одному из двух вариантов.

1. Проверочные расчеты по представленной выше методике выполняются *в полном объеме для конкретного типа механизированной крепи.*

При этом условия проверки и расчетные формулы с составляющими их параметрами (*в т.ч. численными с указанием ссылки на таблицу 2*) приводятся каждый раз для всех рассматриваемых типов крепи.

2. Проверочные расчеты выполняются *отдельно по каждому пункту* представленной выше методике *сразу для всех рассматриваемых типов крепи.*

Для этого перед выполнением очередной проверки приводятся сначала условие проверки и расчетные формулы с расшифровкой буквенных составляющих. Численные же значения параметров по каждому типу крепи при этом приводить не обязательно. Достаточно при расшифровке буквенных составляющих формул сделать ссылку на сводную таблицу с техническими характеристиками механизированных крепей (*т.е. на таблицу 2*).

После выявления на очередном этапе проверки типов механизированных крепей, не удовлетворяющих условиям данной проверки, делается соответствующий вывод о невозможности эксплуатации конкретного типа крепи в условиях проектируемой лавы. Дальнейшие проверки таких типов крепей не выполняются.

Механизированные крепи, удовлетворяющие всем условиям проверки, могут считаться пригодными для эксплуатации в проектируемой лаве.

При выполнении расчетов может оказаться, что в проектируемой лаве возможно применение нескольких типов механизированной крепи. Для окончательного выбора необходимо проанализировать достоинства и недостатки сравниваемых типов крепей по их техническим характеристикам, а также с использованием информации по некоторым типам крепей, представленной в ПРИЛОЖЕНИИ 2.

Предпочтение при этом следует отдавать крепям с более высоким сопротивлением поддерживающего и посадочного рядов и первоначальным распором, а также с более высокой надежностью [1].

В любом случае окончательный *выбор механизированной крепи должен быть достаточно обоснован.*

В заключение работы называется конкретный тип комбайнового очистного механизированного комплекса, в состав которого входит окончательно выбранный тип механизированной крепи.

Практическое занятие № 3. РАСЧЕТ СКОРОСТИ ПОДАЧИ УЗКОЗАХВАТНОГО ОЧИСТНОГО КОМБАЙНА ПРИ РАБОТЕ В ЛАВЕ, ЗАКРЕПЛЕННОЙ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПЬЮ

Цель работы: определение скорости подачи очистного узкозахватного комбайна, входящего в состав выбранного для условий проектируемой лавы очистного механизированного комплекса.

Порядок выполнения работы.

В составе выбранного для заданных горно-геологических и горнотехнических условий очистного механизированного комплекса может работать несколько выемочных машин (табл. 1). Перед выполнением расчетов скорости подачи для работы в составе комбайнового ОМК должен быть выбран один очистной узкозахватный комбайн. Для этого в таблице 3 должны быть приведены технические характеристики сравниваемых очистных комбайнов [1].

Таблица 3

Технические характеристики очистных узкозахватных комбайнов

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение			
		1К101У	1ГШ68
1	2	3	4	5	6

Выбор конкретного типа очистного комбайна выполняется на основе анализа технических характеристик (табл. 3), определенных факторов (*ПРИЛОЖЕНИЕ 3*), в том числе некоторых конструктивных особенностей (*ПРИЛОЖЕНИЕ 4*), а также достоинств и недостатков *всех комбайнов*, подходящих для работы в составе выбранного ОМК.

Окончательный выбор очистного комбайна должен быть достаточно обоснован.

После выбора конкретного типа очистного узкозахватного комбайна принимается схема его работы в проектируемой лаве. Выбор схемы также должен быть достаточно обоснован ⁵.

При наличии в составе очистного механизированного комплекса *только одного типа комбайна* выбор его предопределен. При этом для данного комбайна выбирается и обосновывается лишь схема его работы в проектируемой лаве (*ПРИЛОЖЕНИЕ 5*).

После выбора конкретного типа комбайна и обоснования схемы его работы в лаве выполняется расчет **скорости подачи** комбайна [3].

Теоретические положения.

Скорость подачи выбранного для условий проектируемой лавы очистного узкозахватного комбайна рассчитывается по выражению [3]:

$$V_{\text{п}} = \frac{P_{\text{уст}}}{60 \cdot H_w \cdot m \cdot r \cdot \gamma} \quad \text{М/МИН} ,$$

где $P_{\text{уст}}$ – устойчивая мощность двигателей комбайна, кВт;

⁵ Рекомендации по выбору и обоснованию *схемы работы комбайна* даны в *ПРИЛОЖЕНИИ 5*.

H_w – удельные затраты энергии на разрушение угля при его фактической сопротивляемости резанию, кВт·час/т;

m – вынимаемая мощность пласта, м;

r – ширина захвата комбайна, м (табл. 3). Принимается равной шагу передвижки выбранного типа крепи (см. табл.2 в практическом занятии №1).

γ – плотность (объемный вес) угля в массиве, T/M^3 .

Величина ($P_{\text{уст}}$) определяется в зависимости от числа двигателей, установленных на комбайне и системы их охлаждения (табл. 3):

- для электродвигателей с водяным охлаждением ($P_{\text{уст}}$) составляет $0,9 \div 1,1$ от общей (суммарной) мощности установленного на комбайне числа двигателей;
- для электродвигателей с воздушным охлаждением и с пневмодвигателями ($P_{\text{уст}}$) составляет $0,7 \div 0,9$ от общей (суммарной) мощности двигателей.

Удельные затраты энергии на разрушение угля (H_w) при фактической сопротивляемости угля резанию, отличной от значения, указанного в технической характеристике комбайна, определяются:

$$H_w = H_{1w} + \frac{A_p - A_{1p}}{A_{2p} - A_{1p}} \cdot (H_{2w} - H_{1w}),$$

где A_p – фактическая сопротивляемость угля резанию, кН/м;

A_{1p} – табличное значение сопротивляемости угля резанию, ближайшее меньшее к фактической сопротивляемости резанию, кН/м (табл.3);

A_{2p} – табличное значение сопротивляемости угля резанию, ближайшее большее к фактической сопротивляемости резанию, кН/м (табл.3);

H_{1w} – удельный расход энергии на разрушение угля при сопротивляемости его резанию равной A_{1p} , кВт·час/т (табл.3);

H_{2w} – удельный расход энергии на разрушение угля при сопротивляемости его резанию равной A_{2p} , кВт·час/т (табл.3).

При совпадении фактической сопротивляемости угля резанию (A_p) с каким-либо табличным значением удельные затраты энергии на разрушение угля (H_w) не рассчитываются, а принимаются по технической характеристике комбайна в соответствии с величиной (A_p).

Рассчитанная скорость подачи очистного комбайна ($V_{\text{п}}$) должна быть проверена:

- по максимально допустимой рабочей скорости подачи комбайна;
- по максимально возможной скорости передвижения машиниста комбайна по лаве;
- по скорости крепления лавы механизированной крепью.

После выполнения всех проверок за величину скорости подачи комбайна принимается то значение ($V_{\text{п}}$), которое окажется минимальным среди всех рассчитанных. То есть для дальнейших расчетов за величину скорости подачи комбайна принимается:

$$V_{\text{расч}} = \min V_{\text{п}} = \min \{ V_{\text{доп}} ; V_{\text{м}} ; V_{\text{кр}} \} \text{ M/мин.}$$

Проверка скорости подачи комбайна по максимально допустимой скорости подачи

Рассчитанная скорость подачи очистного комбайна не может превышать максимально допустимую рабочую скорость комбайна по его технической характеристике, т.е. должно соблюдаться неравенство:

$$V_{\text{п}} \leq V_{\text{доп}},$$

где $V_{\text{доп}}$ – максимальная скорость подачи комбайна, М/МИН (табл.3).

Если указанное неравенство не соблюдается, то принимается⁶:

$$V_{\text{п}} = V_{\text{доп}}.$$

Проверка скорости подачи комбайна по максимально возможной скорости передвижения машиниста

Эта проверка выполняется только при вынимаемой мощности пласта в лаве менее 1,3 м.

Суть проверки заключается в том, что рассчитанная скорость подачи комбайна ($V_{\text{п}}$) не может превышать максимально возможную скорость передвижения машиниста комбайна по лаве ($V_{\text{м}}$), т.е. должно выполняться неравенство:

$$V_{\text{п}} \leq V_{\text{м}}.$$

Максимально возможная скорость передвижения машиниста комбайна составляет:

- $V_{\text{м}} = 2,3$ М/МИН – при вынимаемой мощности пласта до 1,1 м;
- $V_{\text{м}} = 4,5$ М/МИН – при вынимаемой мощности от 1,1 до 1,3 м.

Если указанное неравенство $V_{\text{п}} \leq V_{\text{м}}$ не соблюдается, то принимается:

$$V_{\text{п}} = V_{\text{м}}.$$

Проверка скорости подачи комбайна по скорости крепления лавы механизированной крепью

Идея проверки состоит в том, что рассчитанная скорость подачи комбайна ($V_{\text{п}}$) не должна превышать скорость крепления лавы ($V_{\text{кр}}$) механизированной крепью, т.е. должно выполняться неравенство:

$$V_{\text{п}} \leq V_{\text{кр}}.$$

Если указанное неравенство не соблюдается, то принимается

$$V_{\text{п}} = V_{\text{кр}}.$$

Скорость крепления лавы механизированной крепью рассчитывается по выражению:

$$V_{\text{кр}} = V_{\text{к}} \cdot k_{\text{сх}} \cdot k_{\text{уг}} \cdot k_{\text{св}} \quad \text{М/МИН},$$

где $V_{\text{к}}$ – скорость передвижки секций крепи вдоль линии забоя, м /мин (табл. 2);

$k_{\text{сх}}$ – коэффициент, учитывающий схему передвижки секций механизированной крепи. При передвижке секций по **последовательной** схеме (схема возможна

⁶ При этом следует иметь в виду, что очистные узкозахватные комбайны для пологого и наклонного падения имеют плавную регулировку скорости подачи, что позволяет принимать любое значение скорости подачи в пределах допустимой.

при любой устойчивости непосредственной кровли) $k_{cx} = 1$. При передвижке секций **через одну** (схема применима только при породах непосредственной кровли не ниже средней устойчивости) $k_{cx} = 2$;

$k_{уг}$ – коэффициент, учитывающий угол падения пласта;

$k_{св}$ – коэффициент, учитывающий свойства пласта и вмещающих пород.

Коэффициент ($k_{уг}$), учитывающий угол падения пласта, определяется:

- при перемещении лавы **по простиранию**

$$k_{уг} = 1 \quad \text{при } \alpha \leq 9^\circ;$$

$$k_{уг} = 1 - 0,013 \cdot (\alpha - 9) \quad \text{при } \alpha > 9^\circ;$$

- при перемещении лавы **по падению**

$$k_{уг} = 1 - 0,0066 \cdot \alpha - 0,00087 \cdot \alpha^2;$$

- при перемещении лавы **по восстанию**

$$k_{уг} = 1 \quad \text{при } \alpha \leq 4^\circ;$$

$$k_{уг} = 1 - 0,013 \cdot (\alpha - 4) \quad \text{при } \alpha > 4^\circ.$$

В приведенных выше выражениях (α) – угол падения пласта, град.

Коэффициент ($k_{св}$), учитывающий свойства пласта и вмещающих пород, определяется выражением:

$$k_{св} = \frac{1}{\left(\frac{1}{k_{п}} + \frac{1}{k_{уст}} + \frac{1}{k_{от}}\right) - 2},$$

где $k_{п}$ – коэффициент, учитывающий недостаточную несущую способность почвы пласта;

$k_{уст}$ – коэффициент, учитывающий устойчивость пород непосредственной кровли;

$k_{от}$ – коэффициент, учитывающий величину отжима угля.

Коэффициент ($k_{п}$), учитывающий недостаточную несущую способность почвы пласта, определяется:

- $k_{п} = 0,5 \cdot (1 + k)$ – для механизированных крепей Т13К, 1ОКП70, 2ОКП70, 3ОКП70, 4ОКП70, 1МКМ, МК75, МК98, 1МК97Д;
- $k_{п} = k$ – для остальных механизированных крепей.

Значение (k) находится по представленной ниже таблицы в зависимости от давления крепи на почву пласта (см. табл. 2 практического занятия № 2) и несущей способности почвы пласта (см. исходные данные).

Давление крепи на почву, МПа	Несущая способность почвы пласта, МПа								
	≤0,50	0,51-1,0	1,01-1,5	1,51-2,0	2,01-2,5	2,51-3,0	3,01-3,5	3,51-4,0	≥4,01
≤ 0,50	0,5	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0
0,51 – 1,00	0,2	0,5	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0
1,01 – 1,50	0,1	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0
1,51 – 2,00	0,1	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0
2,01 – 2,50	0,1	0,1	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
2,51 – 3,00	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,0
3,01 и более	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0

Значения коэффициента ($k_{уст}$), учитывающего устойчивость пород непосредственной кровли, принимаются:

- для пород непосредственной кровли **средней устойчивости и выше** $k_{уст} = 1$;
- для **слабоустойчивых пород** непосредственной кровли $k_{уст} = 0,8$.

Значение коэффициента ($k_{от}$), учитывающего величину отжима угля, определяется глубиной отжима угля от поверхности забоя (см. табл. ниже), которая, в свою очередь, устанавливается на практике путем замеров в процессе отработки конкретного пласта.

Глубина отжима, м	менее 0,3	0,3 – 0,6	0,6 – 0,8	более 0,8
$k_{от}$	1,0	0,8	0,7	0,6

После выполнения всех проверок за величину скорости подачи комбайна принимается то значение ($V_{п}$), которое окажется минимальным среди всех рассчитанных. То есть для дальнейших расчетов за величину скорости подачи комбайна принимается:

$$V_{расч} = \min V_{п} = \min \{ V_{доп} ; V_{м} ; V_{кр} \} \text{ М/МИН.}$$

Практическое занятие № 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ НА ОЧИСТНОЙ ЗАБОЙ ПРИ КОМПЛЕКСНО-МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ВЫЕМКЕ

Цель работы: освоение методики расчета нагрузки на очистной забой по допустимой скорости подачи комбайна и по газовому фактору.

Теоретические положения.

Нагрузка на очистной забой является главнейшим фактором, оказывающим влияние на технико-экономические показатели работы. Она рассчитывается в зависимости от принятой технологии и механизации работ в забое.

При комплексно-механизированной выемке нагрузку на забой определяют по двум факторам:

- по допустимой скорости подачи комбайна;
- по газовому фактору.

Среднесуточная нагрузка на очистной забой (Q_k), рассчитанная по скорости подачи узкозахватного комбайна, определяется по формуле [4]:

$$Q_k = T_{см} \cdot n_{см} \cdot K_M \cdot m \cdot \gamma \cdot r \cdot k_{ис} \cdot V_{расч} \quad \text{Т/сут},$$

где $T_{см}$ – продолжительность рабочей смены. При продолжительности смены 6 часов $T_{см} = 360$ мин;

$n_{см}$ – число добычных смен в сутки. Обычно в сутках принимается 3 смены по добыче угля и одна смена ремонтная;

m – вынимаемая мощность пласта, м;

γ – плотность (объемный вес) угля в массиве, T/м^3 ;

r – ширина захвата комбайна, м;

$k_{ис}$ – коэффициент, учитывающий использование ширины захвата (при подвигании лавы по *простиранию* или *падению* $k_{ис} = 1$; при подвигании лавы по *восстанию* $k_{ис} = 0,93$);

$V_{расч}$ – скорость подачи очистного комбайна, рассчитанная по техническим возможностям комбайна и проверенная по его максимально допустимой рабочей скорости подачи, а также по максимально возможной скорости передвижения машиниста комбайна по лаве и по скорости крепления лавы;

K_M – коэффициент машинного времени (*определяется по представленной ниже таблице* в зависимости от мощности пласта и сопротивляемости угля резанию).

Значения коэффициента машинного времени

Мощность пласта, м	Коэффициент машинного времени (K_M) в зависимости от сопротивляемости угля резанию (A_p),		
	до 180 кН/м	180...240 кН/м	более 240 кН/м
0,7 – 1,75	0,55 – 0,64	0,5 – 0,68	0,6 – 0,72
более 1,75	0,43 – 0,58	0,41 – 0,61	0,45 – 0,53

Допустимая нагрузка на очистной забой по газовому фактору (Q_g) определяется по формуле:

$$Q_g = \frac{864 \cdot V_b \cdot S_l \cdot d \cdot K_b}{\delta \cdot q_{пл} \cdot K_e} \quad \text{Т/сут},$$

- где 864 – эмпирический коэффициент (*величина постоянная*);
 $V_b = 4 \text{ М/с}$ – максимально допустимая по ПБ скорость движения воздуха в очистном забое;
 $S_{л}$ – минимальная площадь поперечного сечения призабойного пространства, свободная для прохода воздуха в лаве, м^2 . Принимается по технической характеристике для соответствующего очистного механизированного комплекса (табл.1);
 $d = 1\%$ – допустимая по ПБ концентрация метана в исходящей струе очистной выработки;
 K_b – коэффициент, учитывающий движение части воздуха по выработанному пространству за крепью (*при управлении кровлей полным обрушением принимается в пределах $1,2 \div 1,4$*);
 δ – коэффициент, учитывающий предварительную дегазацию пласта (*при отсутствии предварительной дегазации пласта $\delta = 1$*);
 $q_{пл}$ – относительная метанообильность пласта, $\text{м}^3/\text{т}$;
 K_e – коэффициент, учитывающий естественную дегазацию угольного пласта и других источников выделения метана (*без учета газовыделения из пласта во время его добычных работ*). Для столбовых систем разработки при управлении кровлей полным обрушением принимается равным $0,7$.

На основании проведенных расчетов принимается решение о планировании добычи угля из очистного забоя:

- при выполнении условия $Q_k < Q_r$ в качестве плановой нагрузки (Q) на очистной забой принимают нагрузку, рассчитанную по скорости подачи комбайна,
- при выполнении условия $Q_r < Q_k$ – в качестве плановой нагрузки (Q) на очистной забой принимают нагрузку, рассчитанную по газовому фактору.

По принятой для дальнейших расчетов величине плановой нагрузки (Q) определяется количество циклов в сутки:

$$n_{ц} = \frac{Q}{Q_{ц}},$$

где $Q_{ц}$ – добыча угля в лаве с одного цикла, т.

$$Q_{ц} = l \cdot m \cdot r \cdot \gamma \cdot c,$$

где l – длина очистного забоя, м;

m – вынимаемая мощность пласта, м;

r – ширина захвата комбайна, м;

γ – плотность угля, $\text{т}/\text{м}^3$;

$c = 0,95 \div 0,98$ – коэффициент извлечения угля в очистном забое.

Полученная величина $n_{ц}$ округляется до целого значения, с учетом которого окончательно принимается суточная нагрузка на очистной забой:

$$Q_{сут} = Q_{ц} \cdot n_{ц} \quad \text{Т/сут}.$$

Практическое занятие № 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ОЧИСТНОЙ БРИГАДЫ И КОМПЛЕКСНОЙ НОРМЫ ВЫРАБОТКИ

Цель работы: изучение методики расчета численности очистной бригады и комплексной нормы выработки.

Теоретические положения.

Основной формой организации труда в очистных забоях являются комплексные бригады. Численный состав бригады рассчитывают, исходя из объемов работ по процессам и операциям с учетом норм выработки на их выполнение.

Объемы работ определяют на какой-либо временной промежуток: цикл, смену, сутки. Поскольку расчет нагрузки на очистной забой обычно рассчитывают на сутки, то объемы работ должны быть определены на этот промежуток времени.

Процессы и операции, выполняемые в очистном забое и в обслуживающих его подготовительных выработках

К числу **основных процессов и операций**, выполняемых **рабочими комплексной бригады** в очистном забое при добыче угля механизированным комплексом, относится выемка угля в лаве комплексом. Сюда входят: разрушения угля комбайном и погрузка его на забойный конвейер; передвижка секций механизированной крепи; передвижка забойного конвейера.

К числу **процессов и операций**, выполняемых рабочими комплексной бригады **на обслуживающих лаву выработках**, относятся:

- передвижка крепи сопряжения.
- укорачивание скребкового конвейера в транспортной выработке (при транспортировке угля по ней *скребковым конвейером*);
- передвижка перегружателя в транспортной выработке (при транспортировке угля по ней *ленточным конвейером*);
- передвижка на вентиляционном штреке предохранительной лебедки (*удерживающей комбайн со встроенной системой подачи при работе в лаве по простиранию на пластах с углом наклона более 9 °*);
- передвижка кран-балки на вентиляционном штреке (*при доставке оборудования и материалов в забой по штреку рельсовым транспортом*);
- демонтаж крепи в выработках при их погашении вслед за лавой (*извлечение металлических стоек и верхняков, их погрузка и транспортировка с целью повторного использования в других подготовительных выработках*);
- установка оградительной крепи в выработках при их погашении вслед за лавой;
- работы по поддержанию выработок в выработанном пространстве вслед за лавой (*выкладка «костров», установка органических радов, создание бутовых полос и т.д.*);
- и др.

Кроме перечисленных выше процессов и операций в очистном забое и в обслуживающих его выработках на участке по добыче угля выполняются другие рабо-

ты⁷:

- техническое обслуживание и ремонт очистного оборудования (комбайна, маслостанции и т.д.) *в добычную смену*;
- техническое обслуживание и ремонт очистного оборудования *в ремонтно-подготовительную смену*;
- работы по обслуживанию и управлению машинами и механизмами на участке (монорельсовой дорогой, предохранительной лебедкой, участковой конвейерной линией и др.);
- работы по доставке материалов и оборудования в очистной забой по подготовительным участковым выработкам;
- мероприятия по технике безопасности;
- и другие.

Расчет трудоемкости работ и комплексной нормы выработки

Первоначально рассчитываются объемы работ по основным процессам и операциям в очистном забое на сутки:

- добыча угля по лаве ($Q_{сут}$), т (см. *практич. занятие № 4*);
- подвигание очистного забоя $L_{сут} = r \cdot n_{ц}$, м;
- передвижка секций крепи сопряжения $L_{кв} = 2 \cdot L_{сут}$, м;
- передвижка скребкового перегружателя⁸ на сопряжении лавы с транспортной выработкой $L_{п} = L_{сут}$, м;
- сокращение скребкового конвейера⁹ на сопряжении лавы с транспортной выработкой $n_{решт} = \frac{L_{сут}}{l_{решт}}$, шт;
- передвижка предохранительной лебедки на вентиляционном штреке $L_{л} = L_{сут}$ (этот процесс может выполняться в ремонтно-подготовительную смену и в таком случае не учитываться при расчете комплексной нормы выработки).

Результаты расчетов¹⁰ заносят **в таблицу** (см. *пример ниже в табл. 4*) для последующего определения численного состава комплексной бригады.

Расчет трудоемкости работ ведется на основании нормативов, разработанных для определенного угольного бассейна¹¹ [1].

⁷ Эти работы выполняются рабочими, НЕ входящими в состав очистной комплексной бригады. Объем данных работ будет учитываться в ходе *практического занятия № 6* при определении численности рабочих, задействованных на выполнении этих работ.

⁸ При транспортировке угля по транспортной выработке *ленточным* конвейером.

⁹ При транспортировке угля по транспортной выработке *скребковым* конвейером.

¹⁰ При выполнении расчетов на практическом занятии, а также в ходе курсового проектирования, будут учитываться только процессы и операции в очистном забое при выемке угля механизированным комплексом, а также лишь часть из перечисленных выше работ, выполняемых на обслуживающих лаву выработках (*остальные работы в выработках выполняются на практике обычно или в ремонтную смену, или отдельной бригадой рабочих, не входящих в состав очистной комплексной бригады, в связи с чем не учитываются при расчетах объемов работ*).

¹¹ При выполнении расчетов на практическом занятии, а также в ходе курсового проектирования, нормы выработки, а также трудоемкость работ по процессам и операциям устанавливаются по учебному справочно-методическому пособию [1], которое составлено с учетом «Единых норм выработки (времени) для шахт Кузнецкого бассейна».

Следует отметить, что нормативы на конкретные процессы и операции могут быть представлены в виде единых норм выработки (H_{CB}) или в виде нормативной трудоемкости (T_{CB}).

При этом необходимо обращать внимание на возможное наличие в соответствующих таблицах поправочных коэффициентов ($k_{П}$), которые учитывают отклонение некоторых заданных параметров от аналогичных, учтенных при составлении нормативов. При наличии нескольких коэффициентов все они перемножаются для определения единого коэффициента ($K_{П}$).

Таким образом, определяются установленная норма выработки ($H_{УСТ}$) или установленная трудоемкость ($T_{УСТ}$):

$$H_{УСТ} = H_{CB} \times K_{П}; \quad T_{УСТ} = T_{CB} \times K_{П},$$

где H_{CB} ; T_{CB} – соответственно норма выработки и нормативная трудоемкость работ (определяются по таблицам п. 14.1 и 14.13 пособия [1]).

$K_{П} = k_{П1} \times k_{П2} \times \dots \times k_{Пn}$ – единый поправочный коэффициент к норме выработки или величине трудоемкости [1].

Необходимое количество человеко-смен (N) по процессам и операциям определяется в зависимости от того, в каком виде представлена в сборнике нормативная величина:

- при указании норматива в виде **нормы выработки**

$$N = \frac{\text{Объем работ на сутки по определённому процессу или операции}}{H_{УСТ}}, \text{ чел.-смен};$$

- при указании норматива в виде **нормативной трудоемкости**

$$N = (\text{Объем работ на сутки по определённому процессу или операции}) \times T_{УСТ}, \text{ чел.-смен}.$$

Общее число человеко-смен в сутки ($\sum N$) для выполнения запланированных объемов работ определяют путем суммирования необходимого количества человеко-смен по всем учтенным процессам и операциям.

Исходя из общего числа человеко-смен в сутки, окончательно принимается численный состав (N) комплексной бригады на сутки. При этом он должен быть несколько меньше расчетного количества человеко-смен, так чтобы коэффициент перевыполнения нормы выработки ($K_{ПЕР}$) был немногим более единицы (до 1,1):

$$K_{ПЕР} = \frac{\sum N}{N} \leq 1,1.$$

Комплексная норма выработки ($H_{КОМ}$) определяется делением объема работ за сутки по процессу «выемка угля комплексом» на суммарное количество человеко-смен:

$$H_{КОМ} = \frac{Q_{СУТ}}{\sum N} \text{ Т/чел.-см.}$$

Порядок выполнения работы.

После расчета нагрузки на очистной забой и изучения теоретических положений по определению численности рабочих комплексной очистной бригады, состав-

ляют перечень работ и определяют их объемы, выполнение которых необходимо для достижения принятого уровня добычи.

Согласно изложенной методике, для учтенных процессов и операций *по форме таблицы 4 (см. пример ниже)* рассчитывают **численный состав комплексной очистной бригады** на сутки и устанавливают **комплексную норму выработки**.

Работу рекомендуется выполнять в следующей последовательности.

1. Устанавливается *перечень всех процессов и операций*, выполняемых в течение суток в очистном забое и в обслуживающих его подготовительных выработках.
2. Определяются *объемы работ* по отдельным процессам и операциям.
3. Определяются *нормы выработки* по отдельным процессам и операциям.
4. Рассчитывается *необходимое количество человеко-смен по норме* по процессам и операциям путем деления объема работ по процессам и операциям на норму выработки.
5. Принимается *предварительно количественный состав* суточной комплексной бригады, суммируя необходимое количество человеко-смен по всем процессам и операциям в очистном забое в течение суток в добычные смены.
6. *Окончательно принимается численный состав* комплексной бригады на сутки¹².
7. *Определяется комплексная норма выработки* делением величины добычи угля за сутки на суммарное необходимое количество человеко-смен по норме.

Пример выполнения практического занятия.

Определить численный состав бригады и комплексную норму выработки для очистного забоя, оборудованного комбайновым механизированным комплексом 1КМ103 и работающего в следующих условиях:

- запланированная добыча угля в забое $Q_{\text{сут}} = 653,0 \text{ T/сут}$;
- ширина вынимаемой полосы угля за цикл $r = 0,63 \text{ м}$;
- количество циклов в сутки $n_{\text{ц}} = 8$;
- транспортировка угля на конвейерном штреке осуществляется ленточным конвейером;
- сопряжения лавы со штреками крепятся механизированной крепью сопряжения 2М81СК (*не входящей*¹³ в состав работающего в забое очистного механизированного комплекса)

Решение.

Определим объем работ на сутки по процессам и операциям:

- добыча угля по лаве комплексом 1КМ103 $Q_{\text{сут}} = 653,0 \text{ т}$;
- подвигание очистного забоя $L_{\text{сут}} = r \cdot n_{\text{ц}} = 0,63 \cdot 8 = 5,04 \text{ м}$;
- передвижка крепи сопряжений $L_{\text{кк}} = 2 \cdot L_{\text{сут}} = 2 \cdot 5,04 = 10,08 \text{ м}$;
- передвижка скребкового перегружателя на конвейерном штреке $L_{\text{п}} = L_{\text{сут}} = 5,04 \text{ м}$.

¹² Окончательно численность комплексной суточной бригады принимают несколько меньше расчетного количества человеко-смен, чтобы коэффициент перевыполнения норм выработки был немногим более единицы (до 1,1).

¹³ В случае отсутствия механизированной крепи сопряжения в составе выбранного для условий проектируемой лавы комбайнового ОМК следует принять эту крепь отдельно *по таблице 8.1. пособия [1]*.

(Процесс передвижки предохранительной лебедки в примере предусматривается выполнять в ремонтно-подготовительную смену, и поэтому данный процесс не учитывается при расчете комплексной нормы выработки).

Результаты расчетов объемов работ заносим в таблицу 4.

Расчет численного состава суточной комплексной бригады также приведен в таблице 4.

Таблица 4

Определение численного состава комплексной очистной бригады

Наименование процессов и операций	Ед. изм.	Объем работ на сутки	Норма выработки (Н) Трудоемкость (Т)			Необходимое количество чел.-см. (N)	
			по сборнику $H_{CB}; T_{CB}$	поправочный коэффициент $K_{П}$	установленная $H_{уст}; T_{уст}$	по норме	принято
Выемка угля комплексом	т	653,0	1,852	$1,27 \times 1,11 = 1,41$	2,611	17,05*	
Передвижка крепи сопряжений	м	10,08	33,6	-	33,6	0,30	
Передвижка перегружателя	м	5,04	20,8**	-	20,8	0,242	
Итого $\Sigma N =$						17,592	16

Примечания к таблице:

* Расчет: $\frac{653,0 \text{ т} \times 2,611 \text{ чел.-см}}{100 \text{ т}} = 17,05 \text{ чел.-см.}$

** При наличии в объемах работ операции **по передвижке скребкового перегружателя** за норму выработки (Н) на эту операцию принимать в расчетах данную величину, а именно 20,8 /чел.-см.

При наличии в объемах работ операции **по сокращению скребкового конвейера** в транспортной выработке принимать следующие нормы выработки (Н):

- 5,98 м/чел.-см. для 1-го цепного конвейера¹⁴;
- 4,64 м/чел.-см. для 2-х цепного конвейера.

Коэффициент перевыполнения нормы выработки:

$$K_{\text{ПЕР}} = \frac{17,592}{16} = 1,1 \leq 1,1$$

Комплексная норма выработки по учтенным процессам и операциям:

$$H_{\text{КОМ}} = \frac{Q_{\text{СУТ}}}{\Sigma N} = \frac{653,0}{17,592} = 37,12 \text{ Т/чел.-см.}$$

¹⁴ Количество цепей для конкретных типов забойных скребковых конвейеров указано в их технических характеристиках (таблицы 6.1–6.7 пособия [1]).

Практическое занятие № 6. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ В ОЧИСТНОМ ЗАБОЕ

Цель работы: освоение методики разработки графика организации работ в длинном очистном забое при выемке угля в лавах механизированными комбайновыми комплексами.

Теоретические положения.

Совокупность мероприятий горно-технического и организационного характера, направленных на обеспечение наибольшей нагрузки на очистной забой, с максимальной реализацией возможностей горно-выемочного и транспортного оборудования, при соблюдении норм безопасности и с наименьшими затратами труда называется **организацией работы в лаве**.

Для очистных забоев присуща **циклическая организация труда**.

Совокупность периодически повторяющихся и выполняемых в определенном порядке процессов и операций, связанных с выемкой полезного ископаемого в длинном очистном забое на установленную паспортом величину, называется **технологическим (производственным) циклом**.

Производственный цикл состоит¹⁵ из:

- **основных очистных процессов** – очистная выемка, крепление призабойного пространства и управление кровлей, передвижка призабойного конвейера;
- **концевых операций** – перестановка комбайна на новую полосу (*самозарубка комбайна или перестановка его в нишу*); вспомогательные очистные процессы (*крепление сопряжений лавы с обслуживающими ее выработками; передвижка приводной и натяжной станций забойного конвейера в сторону забоя; сокращение скребкового конвейера в транспортной выработке; передвижка энергопоезда, скребкового перегружателя, предохранительной лебедки; погашение или сохранение выработок позади лавы, и др.*);
- **вспомогательных очистных операций по длине лавы** – подготовка забойного оборудования к выемке очередной полосы (*осмотр и текущий ремонт комбайна, замена резцов и т.п.*); проверка систем пылеподавления и громкоговорящей связи; доставка по лаве крепежных и прочих материалов; выемка угля в нишах и др.

Уровень организации очистных работ в лаве характеризуется **коэффициентом машинного времени**, который в свою очередь зависит от перерывов в работе добычной машины.

Перерывы бывают:

- **регламентированные** (определяются нормативами) – осмотр оборудования в начале и конце смены, отдых рабочих в течение смены, концевые операции и др.;
- **случайные**¹⁶ (непредвиденные). Бывают *устраняемые* и *неустраняемые*. Представляют собой потери рабочего времени. Могут возникнуть не только в самой лаве (*внутренние причины*), но и на участках, обслуживающих очистной забой (*внешние причины*).

¹⁵ Состав цикла может изменяться в зависимости от организации работ и принятых средств механизации в очистном забое.

¹⁶ Случайные (непредвиденные) перерывы в работе очистного забоя представлены в ПРИЛОЖЕНИИ 6.

Все процессы и операции в очистном забое выполняются по специально разработанному графику, который называется *графиком организации работ*. Он отражает в себе последовательность и длительность рабочих процессов при установленном режиме работы и принятой организации труда, когда обеспечивается выполнение запланированных объемов добычи.

График организации работ состоит из двух частей:

- *планограммы работ* в очистном забое;
- *графика выходов рабочих* (их распределения по сменам в течение суток).

Для составления такого графика необходимо предварительно принять режим работы очистного забоя в течение суток и установить количество рабочих, занятых на выполнении установленного производством плана.

Кроме графика организации, эффективность работы любого очистного забоя характеризуют его *технико-экономические показатели (ТЭП)*, которые представляют собой таблицу со следующими данными: характеристика пласта, тип комбайна и механизированной крепи; ширина захвата комбайна, число циклов за сутки, суточное продвижение забоя, численность всех рабочих, добыча угля за сутки, производительность труда и др.

Порядок выполнения работы.

После изучения теоретических основ составления графика организации работ, на основе результатов расчетов продолжительности производственного цикла стоят *планограмму работ* в забое в течение суток¹⁷ и составляют *график выходов рабочих*.

Кроме этого, в виде таблицы приводят *технико-экономические показатели*, обеспечиваемые в проектируемом очистном забое при данной организации работ.

Расчет планограммы работ в очистном забое

Планограмма – графическое изображение организации работы в очистном забое¹⁸.

На планограмме *последовательно* (т.е. в порядке их выполнения в цикле) условными обозначениями изображаются все процессы и операции, составляющие процесс выемки угля:

- выемка угля комбайном;
- передвижка забойного конвейера
- крепление очистного забоя;
- управление кровлей;
- концевые операции;
- вспомогательные операции;
- буровзрывные работы (при их наличии) и др.

При расчете планограммы, как правило, принимают¹⁹:

¹⁷ При нечетном количестве *технологических циклов* в течение суток (3, 5, 7 и т.д.) *планограмма* строится не на одни сутки, а на двое суток.

¹⁸ Планограмма работ строится *после расчета продолжительности добычного цикла*.

¹⁹ При расчете планограммы может быть принят также и иной режим работы забоя: 3-х сменный режим работы очистного забоя (*две смены добычные и одна ремонтно - подготовительная*) с продолжительностью смены 8 часов.

- **4-х** сменный режим работы очистного забоя (три смены добычные и одна ремонтно-подготовительная);
- продолжительность смены **6 часов**;
- количество циклов за сутки – целое число.

Средняя продолжительность выполнения одного цикла (Т) в очистном забое определяется по формуле [5]:

$$T = \frac{n_{\text{см}} \cdot (T_{\text{см}} - T_{\text{пз}} - T_0)}{n_{\text{ц}}} \text{ мин},$$

где $n_{\text{см}}$ – число смен по добыче угля;

$T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, мин. В зависимости от продолжительности смены (6 или 7 часов) составляет соответственно 360 мин или 420 мин;

$T_{\text{пз}}$ – продолжительность подготовительно–заключительных операций в смену. Зависит от типа комбайна и длины лавы, в среднем принимается 15-30 $\frac{\text{мин}}{\text{см}}$.

$T_0 = 30$ мин – время отдыха рабочих в течение смены (*на планеграмме принимается как правило примерно в середине смены*);

$n_{\text{ц}}$ – количество циклов в сутки.

Продолжительность производственного цикла ($T_{\text{ц}}$), рассчитанная по длительности процессов и операций в очистном забое, складывается из:

- времени работы комбайна по выемке полосы угля ($t_{\text{в}}$);
- времени на выполнение концевых операций на концевых участках лавы ($t_{\text{кО}}$);
- суммарного времени на вспомогательные операции ($\sum t_{\text{в.О.}}$).

Таким образом:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{в}} + t_{\text{кО}} + \sum t_{\text{в.О.}} \text{ мин},$$

Следует обратить внимание на то, что полученные при расчетах значения, входящие в формулы для определения (Т) и ($T_{\text{ц}}$) *округляются до целой величины*.

При расчетах следует запланировать²⁰ работу в очистном забое без простоев, то есть должно обеспечиваться равенство:

$$T = T_{\text{ц}}.$$

Продолжительность работы комбайна по выемке одной полосы ($t_{\text{в}}$) при работе узкозахватного комбайна **по челноковой схеме** определяется по формуле:

$$t_{\text{в}} = \frac{l_{\text{л}} - \sum l_{\text{н}}}{V_{\text{расч}}} \text{ мин},$$

где $l_{\text{л}}$ – длина очистного забоя, м;

$\sum l_{\text{н}}$ – суммарная длина ниш, м (*при отсутствии ниш в лаве $\sum l_{\text{н}} = 0$*);

$V_{\text{расч}}$ – рассчитанная скорость подачи комбайна по выемке угля, $\frac{\text{м}}{\text{мин}}$;

²⁰ На практике *разница* между средней продолжительностью выполнения одного цикла (Т) и рассчитанной по длительности процессов и операций продолжительностью производственного цикла ($T_{\text{ц}}$) в очистном забое регламентируется по результатам наблюдений в конкретном очистном забое и обычно относится к непредвиденным простоям ($t_{\text{прост}}$).

Следует иметь в виду, что такие очистные процессы, как *крепление призабойного пространства* и *передвижка скребкового конвейера* в лаве выполняются одновременно с работой очистного комбайна по выемке полосы, и, следовательно, *совпадают по длительности* с величиной (t_b). В связи с этим указанные процессы при расчете продолжительности цикла отдельно не учитываются.

Продолжительность работы комбайна по выемке одной полосы (t_b) при работе узкозахватного комбайна *по односторонней схеме* определяется по той же формуле, что и для челноковой схемы. Однако, следует помнить о том, что для начала выемки очередной полосы при работе по односторонней схеме комбайн выполняет холостой перегон по зачистке лавы (обычно от вентиляционной выработки в сторону транспортной), продолжительность которого ($t_{х.п.}$) определяется маневровой скоростью (V_m) очистного комбайна (см табл.3. *практического занятия № 3*).

$$t_{х.п.} = \frac{l_l - \sum l_n}{V_m} \text{ мин.}$$

Таким образом, при работе комбайна в лаве *по односторонней схеме* время холостого перегона комбайна ($t_{х.п.}$) также учитывается при расчете продолжительности производственного цикла, а именно:

$$T_{ц} = t_b + t_{х.п.} + t_{кО} + \sum t_{в.О.} \text{ мин.}$$

Длительность выполнения концевых операций ($t_{кО}$) включает суммарную продолжительность выполнения вспомогательных рабочих процессов на концевых участках лавы ($t_{вП}$) и длительность самозарубки комбайна в пласт ($t_{сК}$):

$$t_{кО} = \sum t_{вП} + t_{сК}, \text{ мин.}$$

Продолжительность периода самозарубки комбайна в пласт ($t_{сК}$) зависит от вида комбайна, способа его самозарубки, а также от различных организационно-эксплуатационных причин и в среднем²¹ составляет 17÷ 40 мин.

Продолжительность выполнения вспомогательных рабочих процессов на концевых участках лавы ($\sum t_{вП}$) определяется как сумма времени на выполнение отдельно каждого из вспомогательных рабочих процессов ($t_{вП}$).

$$t_{вП} = \frac{T_{см} \cdot N}{n_p \cdot K_{пЕР}} \text{ мин,}$$

где $T_{см}$ – длительность смены, мин;

N – число человеко-смен по данному рабочему процессу, чел./см. (см. табл. 4 *практического занятия № 5*);

n_p – количество рабочих, выполняющих данный рабочий процесс (*может приниматься по 2 или 4 человека*);

$K_{пЕР}$ – коэффициент перевыполнения нормы выработки (см. *практическое занятие № 5*).

При определении величины ($t_{вП}$) следует обратить внимание на то, что продолжительность этих процессов *по приведенной выше формуле* рассчитывается на весь объем работ в течение суток (т.е. на сутки) и поэтому *должна быть пересчитана на один цикл*.

²¹ Значение ($t_{сК}$) на практике может быть значительно больше. Окончательно для расчетов принимается после согласования с преподавателем.

Так, например, если при расчетах времени на *передвижку крепи сопряжения* получили по формуле продолжительность равную $t_{ВП1} = 36$ мин (*на сутки*), то при 6 циклах в сутках для выполнения этого процесса получим $t_{ВП1} = 6$ минут (*на цикл*).

Это же самое относится и к расчету времени на *передвижку скребкового перегружателя*, а также времени, необходимого для *сокращения скребкового конвейера* на сопряжении лавы с транспортной выработкой.

При выполнении *передвижки предохранительной лебедки* (при ее наличии) на вентиляционном штреке в *ремонтную смену* продолжительность данного вспомогательного процесса при расчете времени цикла *не учитывается*.

Суммарное время на вспомогательные операции цикла по длине лавы ($\sum t_{В.О.}$) принимается для принятого типа очистного комбайна и определяется по формуле:

$$\sum t_{В.О.} = t_{В.О.} \cdot l_l \text{ мин,}$$

где $t_{В.О.}$ – продолжительность вспомогательных операций, отнесенная к 1 м длины лавы, $\frac{\text{мин}}{\text{м}}$. Принимается по технической характеристике очистного комбайна (см табл.3. *практического занятия № 3*).

После расчета продолжительности добычного цикла и *проверки выполнения условия $T=T_{Ц}$* строится *планограмма работ в очистном забое*.

Построение планограммы работ в очистном забое

Планограмма работ строится на *миллиметровой бумаге в произвольном масштабе (удобном!)* для нанесения на нее *всех процессов и операций* добычного технологического цикла $T_{Ц}$.

Для этого на *миллиметровой бумаге* сначала чертится следующая таблица.

Планограмма работ в очистном забое

	1 смена						2 смена						3 смена						4 смена					
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7
120																								
110																								
100																								
90																								
80																								
70																								
60																								
50																								
40																								
30																								
20																								
10																								
0																								

Продолжительность суток, час

Длина вертикальной оси в таблице условно соответствует длине лавы, при этом вертикальная ось разбивается на равные промежутки через 10 или 20 м.

По горизонтальной оси в таблице откладывается время суток с делением на часы и смены в зависимости от принятого режима работы очистного забоя.

Выполнение всех технологических процессов и операций в *очистном забое* и на его *сопряжениях* показывается на планограмме *условными обозначениями*.

Каждая **добычная смена** начинается с **подготовительных операций** и заканчивается **заключительными**. Они обязательны для всех рабочих мест и на графике отмечаются интервалом, так же как и продолжительность отдыха рабочих в течение смены. При этом величина ($T_{п.з.}$), принятая при расчете времени цикла, *делится условно пополам на начало и конец смены*.

После окончания **подготовительно-заключительных операций** приступают к главному очистному процессу – **выемке угля в очистном забое**. На планеграмме он показывается как равномерное движение выемочной машины по длине забоя снизу вверх (от транспортной выработки в сторону вентиляционной). **Продолжительность работы комбайна по выемке одной полосы** равна периоду (t_v).

При ЧЕЛНОКОВОЙ схеме работы комбайна параллельно *линии выемки угля* проводится *линия передвижки секций крепи*, а ниже этой линии также параллельно – *линия передвижки става забойного конвейера*. Обе эти линии проводятся максимально близко к линии, обозначающей работу комбайна, так как существующее в действительности отставание во времени процессов передвижки крепи и конвейера при незначительном расстоянии от комбайна относительно точно отметить на планеграмме в масштабе бывает весьма затруднительно.

При ОДНОСТОРОННЕЙ схеме работы комбайна параллельно *линии выемки угля* проводится только *линия передвижки секций крепи*. Что касается передвижки става забойного конвейера, то линия, обозначающая этот процесс, проводится параллельно *линии холостого перегона комбайна* ($t_{х.п.}$).

После остановки комбайна на обслуживающих лаву выработках приступают к работам по его подготовке для выемки очередной полосы, т.е. к выполнению **концевых операций**. Для этого на планеграмме откладывают величину ($t_{к.о.}$).

При обозначении концевых операций следует иметь в виду, что *процесс самозарубки комбайна в пласт* ($t_{с.к.}$) выполняется на участке лавы длиной 20–30 м. При этом *забойный конвейер на указанном участке передвигается вслед за комбайном*.

После окончания периода самозарубки при остановленном комбайне в *прилегающих к лаве выработках* осуществляется *передвижка механизированной крепи сопряжения*. Продолжительность этого процесса на планеграмме равна соответствующему периоду времени ($t_{вп}$).

После передвижки крепи сопряжения приступают к выполнению остальных вспомогательных процессов – *передвижки скребкового перегружателя* (при остановке в транспортной выработке *ленточного конвейера*) или *укорачивания скребкового конвейера* (при его наличии в транспортной выработке). Соответственно, при этом в продолжительности ($t_{к.о.}$) на вентиляционной выработке высвобождается время, в течение которого будут выполняться какие-либо другие вспомогательные работы. Поэтому, не зависимо от того, транспортная это выработка или вентиляционная, для обозначения концевых операций в этих выработках откладываются одинаковые периоды ($t_{к.о.}$).

После завершения концевых операций следует выполнение вспомогательных очистных операций по длине лавы ($\sum t_{в.о.}$). Это время также указывается на планеграмме при остановленном очистном оборудовании (*причем для удобства изображения – на концевых участках по длине лавы*).

Таким образом, заканчивается один производственный цикл ($T_{ц}$).

Следующий цикл начинается с выемки комбайном очередной полосы. При этом все процессы в лаве повторяются в той же последовательности, только уже при

движении комбайна в направлении другой подготовительной выработки – от вентиляционной к транспортной, и т.д.

Что касается времени отдыха рабочих в течение смены $T_0 = 30$ мин, то этот период на части не делится, т.е. рабочие отдыхают один раз, причем, обычно отдых планируют в середине смены. Однако отдых рабочих также может быть отложен на планеграмме и в другое более удобное с точки зрения организации очистных работ время в течение смены. При этом указанный период на планеграмме отмечается как одновременная остановка всех выполняемых в лаве производственных операций.

Не следует забывать о том, что заканчиваются *добычные смены* также, как и начинаются, а именно – **подготовительно-заключительными операциями**.

Ремонтно-подготовительная смена (как правило, первая или четвертая) обозначается условной линией, проведенной через всю смену. При этом время отдыха рабочих в течение смены не указывается.

Пример планеграммы работ в лаве приведен на рисунке 3 и в **ПРИЛОЖЕНИИ 7**.

Составление графика выходов рабочих

В очистных забоях работу ведут **комплексные** бригады, которые выполняют в течение суток все рабочие процессы и операции.

Следует отметить, что при **3-х добычных сменах** из общей численности рабочих суточной комплексной бригады (см. табл.4 практического занятия № 5) в течение суток на работу выходят следующие **рабочие-сдельщики**: 3 машиниста комбайна, 3 помощника машиниста комбайна. Остальная же часть рассчитанной численности комплексной бригады, которую составляют *горнорабочие очистного забоя* (ГРОЗ), делится по добычным сменам равномерно.

Кроме рабочих сдельщиков в забое в добычные смены работают другие **рабочие-повременщики**, не входящие в состав комплексной бригады. Они занимаются техническим обслуживанием и ремонтом очистного оборудования (*комбайна, маслостанции и т.д.*); выполняют работы по обслуживанию и управлению машинами и механизмами на участке (*монорельсовой дорогой, штрековым конвейером, лебедками и др.*) и т.д.

К **рабочим-повременщикам**, работающим в добычную смену, относятся:

- машинисты подземных установок ²² (*из расчета один человек в смену*);
- дежурные электрослесари (*из расчета один человек в смену*).

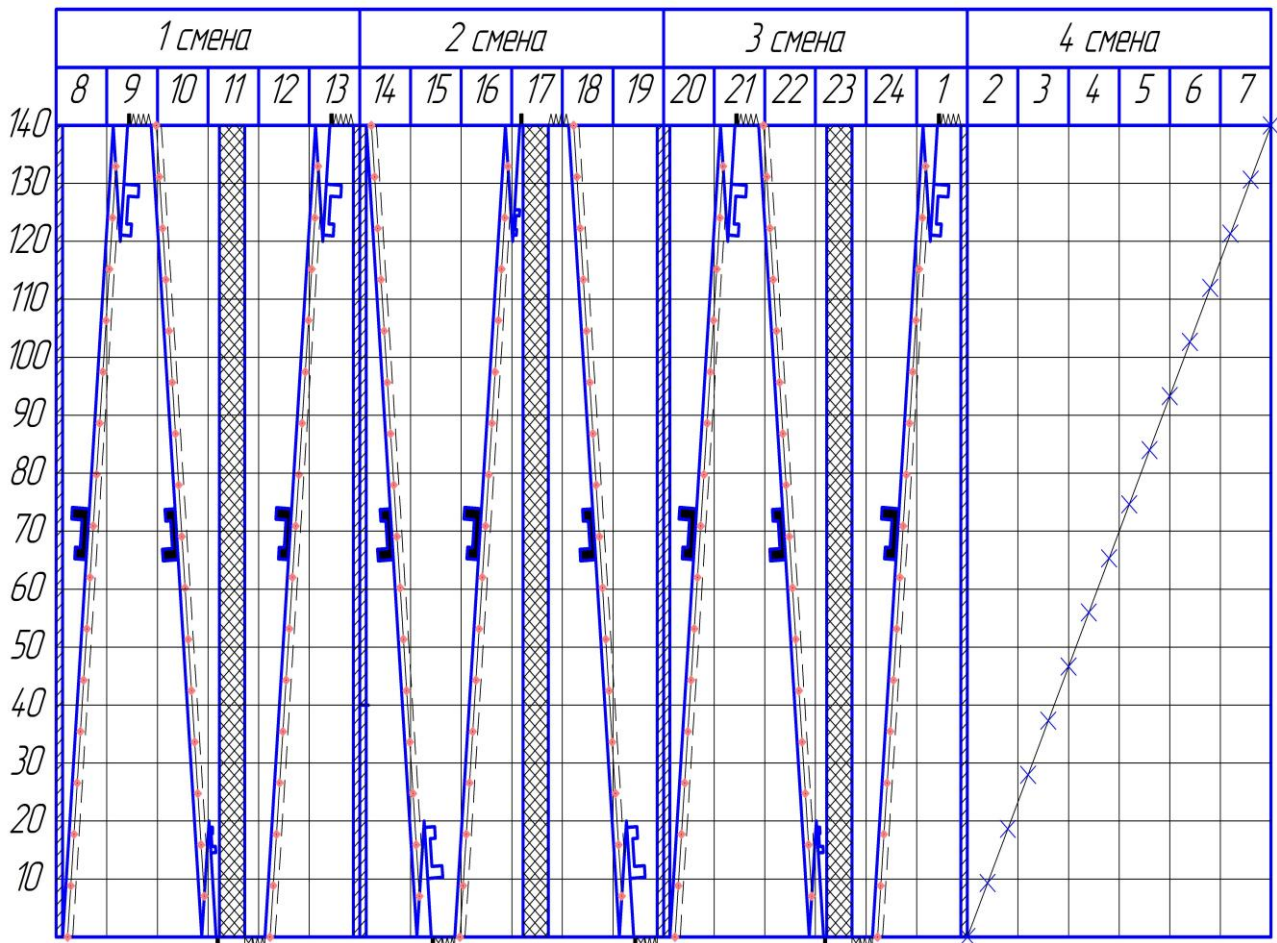
В ремонтную смену выходит специальное звено (ремонтно-подготовительное), которое выполняет все ремонтные работы, ревизию и смазку, подготовку всех машин и механизмов комплекса для работы в добычную смену, погрузочно-разгрузочные работы, доставку материалов и оборудования, опробование механизмов под нагрузкой.

Численность рабочих, занятых *в ремонтную смену*, также определяется по нормативам и для выполнения расчетов может быть принята в зависимости от сложности ремонта и суточной добычи в лаве ($Q_{сут}$):

- до 1200 т – 5-6 чел.;
- 1200-1600 т – 6-8 чел.;
- 1600-2000 т – 8-10 чел.;
- более 2000 т – 10-12 чел.

²² Для управления конвейерной линией на участке.

Планограмма работ в очистном забое



Условные обозначения :

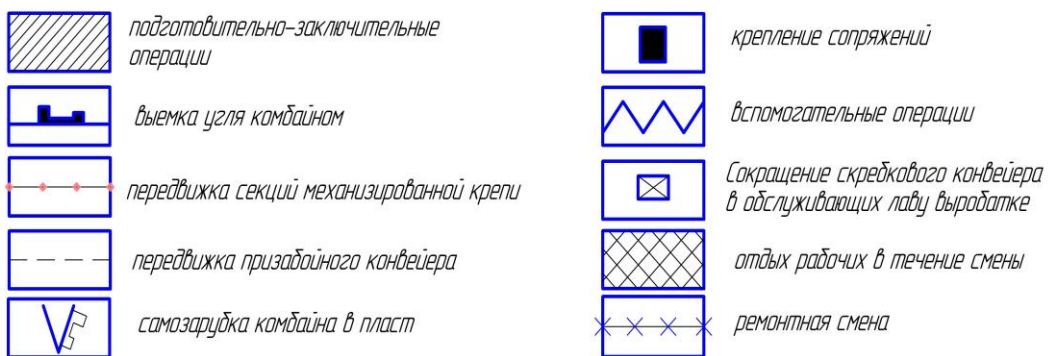


Рис. 3. Пример планограммы работ в длинном очистном забое

Среди принятых по нормативу 1-2 ГРОЗ (для доставки материалов в забой); остальная часть – ремонтные электрослесари.

После установления общей численности рабочих в течение суток строят по установленной форме график выходов²³ (табл.5).

Таблица 5

График выходов рабочих

Профессия рабочего	Численность рабочих, чел.					График смены			
	смена				всего	I	II	III	IV
	I	II	III	IV					
машинист комбайна	-	1	1	1	3				
помощник машиниста комбайна	-	1	1	1	3				
ГРОЗ	?	?	?	?	?				
машинист подземных установок	-	1	1	1	3				
дежурный электрослесарь	-	1	1	1	3				
ремонтный электрослесарь	?	-	-	-	?				
ИТОГО:	?	?	?	?	?				

Технико-экономические показатели по очистному забою

Характеристикой работы очистного забоя являются его *техничко-экономические показатели*²⁴ (табл.6).

Таблица 6

Сводная таблица технико-экономических показателей (ТЭП)

№ п/п	Наименование показателей	Ед изм.	Значение
1.	Мощность пласта	м	
2.	Угол падения	град	
3.	Длина очистного забоя	м	
4.	Средства комплексной механизации:		
	-крепь механизированная	—	
	-комбайн очистной	—	
5.	Ширина захвата комбайна	м	
6.	Количество циклов в сутках	шт	
7.	Подвигание очистного забоя	м/сут	
8.	Добыча с одного цикла	т	
9.	Суточная добыча	т	
10.	Комплексная норма выработки	т/чел.– смену	
11.	Производительность труда рабочего (суточная) *	т/чел	

* *Примечания к таблице.*

Производительность труда рабочего добычного участка определяется:

$$P_T = \frac{Q_{\text{сут}}}{N_{\text{уч.сут}}}, \text{ Т/чел}$$

где $Q_{\text{сут}}$ – суточная добыча угля в очистном забое, т;

$N_{\text{уч.сут.}}$ – общая численность рабочих по участку за сутки, чел. (табл. 5).

²³ Пример графика выходов рабочих в лаве приведен в ПРИЛОЖЕНИИ 7.

²⁴ Пример сводной таблицы ТЭП приведен в ПРИЛОЖЕНИИ 7.

ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

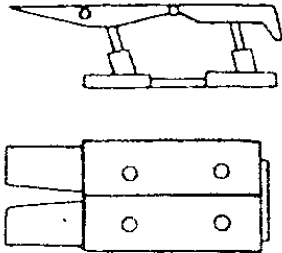
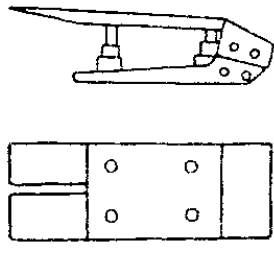
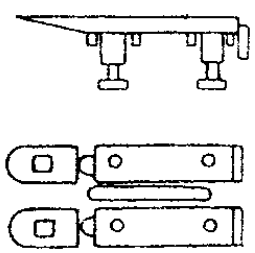
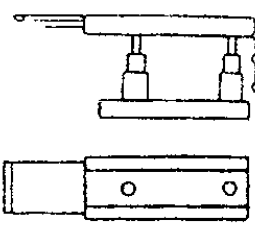
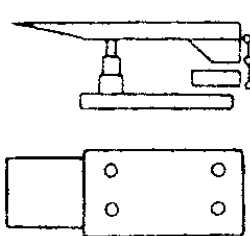
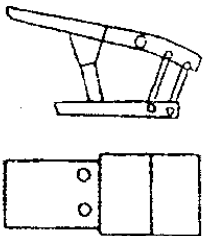
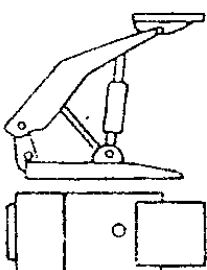
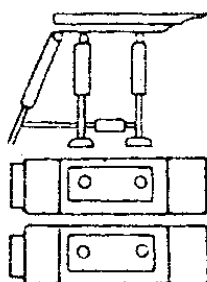
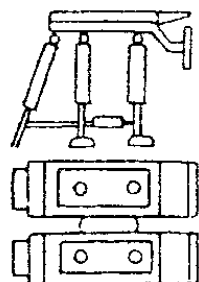
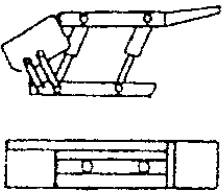
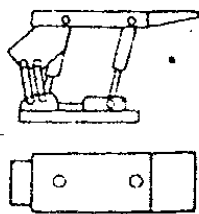
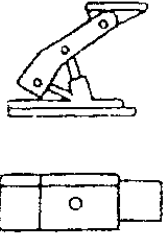
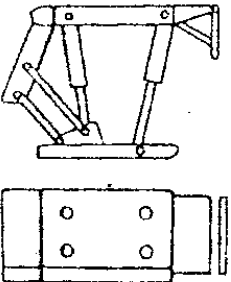
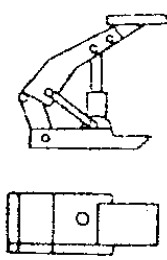
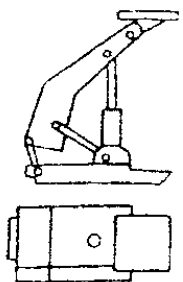
Вариант	Направление отработки лавы	Длина лавы	Характеристика пласта угля							Характеристика вмещающих пород							Вид транспорта в выработке, обслуживающей лаву	
										кровля непосредственная				кровля основная	почва			
			m	α	f	A	γ	l_0	$q_{л}$	устойчивость	h	γ	$\sigma_{вд}$	$\sigma_{н}$	l_k	обрушаемость		$\sigma_{вд}$
1	по простиранию	150	1,72	20	1,3	220	1,29	0,7	2,2	С	7,2	2,25	4,6	-	0,9	СО	4,6	1СР70М
2	по простиранию	165	1,35	18	1,3	210	1,25	0,7	10,2	СУ	4,0	2,65	6,1	3,1	-	ЛО	5,3	лент. конвейер
3	по простиранию	170	1,0	12	1,3	120	1,35	0,8	9,8	СУ	2,0	2,3	4,2	3,8	-	СО	4,1	1СР70М
4	по падению	150	1,2	8	1,2	200	1,48	0,92	6,6	У	5,2	2,4	4,8	-	1,6	ЛО	5,2	лент. конвейер
5	по простиранию	140	2,0	25	1,7	300	1,45	0,6	3,6	С	9,3	2,75	6,2	-	0,8	СО	4,3	лент. конвейер
6	по падению	140	1,6	4	1,7	180	1,4	0,8	4,8	СУ	4,1	2,5	5,6	-	1,3	ЛО	5,8	1СР70М
7	по простиранию	180	1,4	25	1,4	160	1,3	0,85	7,7	С	5,8	2,4	4,8	-	0,8	ЛО	4,9	лент. конвейер
8	по простиранию	200	1,35	18	1,3	210	1,25	0,7	5,8	С	5,6	2,55	5,4	-	0,7	ЛО	6,3	лент. конвейер
9	по восстанию	150	0,95	6	1,4	190	1,35	0,8	8,6	СУ	1,78	2,5	4,1	3,6	-	СО	5,5	1СР70М
10	по восстанию	170	0,85	6	1,5	170	1,35	0,93	4,9	С	3,8	2,3	3,9	-	0,8	СО	5,8	1СР70М
11	по простиранию	160	1,7	18	1,4	210	1,37	0,9	7,5	СУ	4,4	2,15	5,6	-	1,4	СО	6,5	1СР70М
12	по простиранию	130	1,09	15	1,3	180	1,2	0,85	5,7	СУ	4,0	2,7	5,1	3,3	-	ЛО	4,1	1СР70М
13	по простиранию	160	1,4	20	1,6	230	1,35	0,85	7,0	У	3,8	2,5	6,2	4,1	-	ЛО	5,9	лент. конвейер
14	по простиранию	150	0,87	10	1,3	230	1,4	0,9	4,2	СУ	2,0	2,65	4,8	3,1	-	СО	4,6	1СР70М
15	по простиранию	100	1,65	13	1,7	130	1,45	0,7	12,2	С	4,9	2,53	4,5	-	0,7	СО	3,6	1СР70М
16	по восстанию	150	1,55	4	1,6	180	1,28	0,87	11,1	СУ	4,5	2,8	4,6	3,1	-	ЛО	4,1	лент. конвейер
17	по простиранию	100	1,8	20	1,7	110	1,35	0,6	2,3	С	5,6	2,45	4,4	-	0,8	СО	3,8	1СР70М
18	по падению	140	0,95	7	2,0	150	1,3	0,9	1,2	СУ	2,0	2,45	4,3	-	1,3	ЛО	6,7	1СР70М
19	по падению	150	1,2	8	1,3	210	1,35	0,8	6,6	У	5,2	2,4	4,5	-	1,1	ЛО	5,6	лент. конвейер
20	по падению	120	2,1	8	1,6	180	1,4	0,8	2,0	С	9,0	2,5	5,7	-	0,7	СО	5,6	лент. конвейер

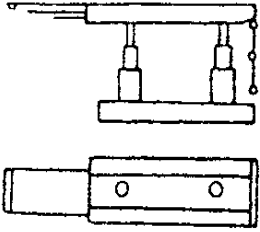
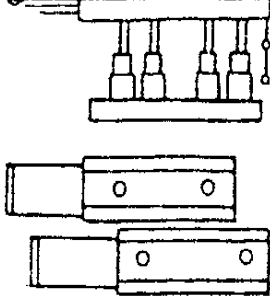
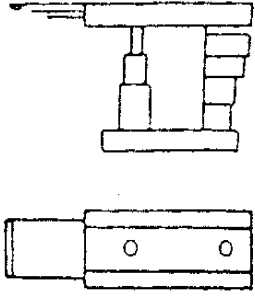
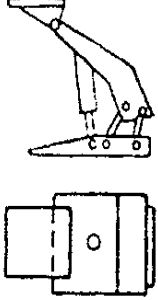
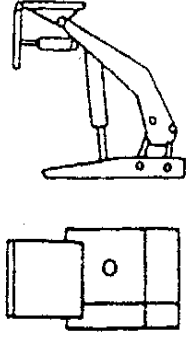
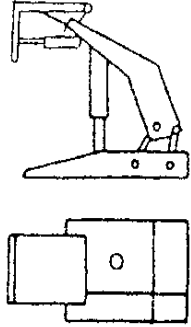
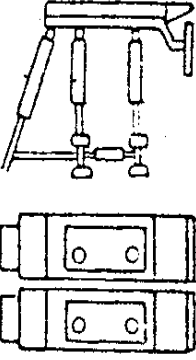
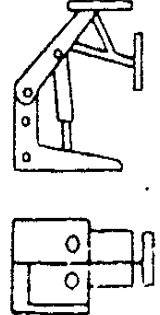
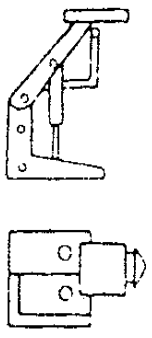
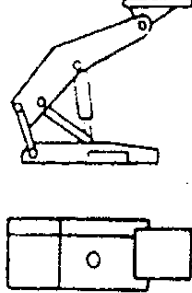
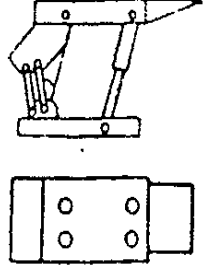
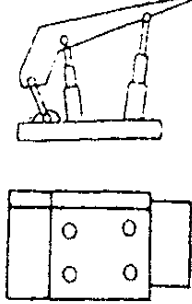
Условные обозначения в таблице:

m - мощность пласта, м; α - угол падения пласта, град; f - коэффициент крепости угля (по шкале проф.М.М. Протодяконова); A - сопротивляемость угля резанию, кН/м; γ - объемный вес, т/м³; l_0 - глубина отжима от поверхности забоя, м; $q_{л}$ - метановыделение из очистного забоя, м³/т суточной добычи; h - высота (мощность) непосредственной кровли, м; $\sigma_{вд}$ - предел прочности пород на вдавливание, МПа; $\sigma_{н}$ - предел прочности пород на изгиб, МПа; l_k - длина зависающей консоли, м; С -слабоустойчивая; СУ - средней устойчивости; У- устойчивая; ЛО - легкообрушаемая; СО - средней обрушаемости

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Схемы гидрофицированных крепей механизированных комплексов

<p>МК103</p> 	<p>КД80</p> 	<p>КМ98</p> 
<p>М87УМП</p> 	<p>МТ</p> 	<p>19КП</p> 
<p>ОКС</p> 	<p>М130</p> 	<p>4М130</p> 
<p>1МКМ</p> 	<p>МК155</p> 	<p>40КП70</p> 
<p>М142</p> 	<p>10КП70Е</p> 	<p>0КП190</p> 

<p>1М88</p> 	<p>М87УС</p> 	<p>М87УМН</p> 
<p>0КП</p> 	<p>20КП-70Б</p> 	<p>30КП-70Б</p> 
<p>МТ130</p> 	<p>2УКП</p> 	<p>2УКПБ</p> 
<p>10КП70</p> 	<p>МК85</p> 	<p>М138</p> 

ПРИЛОЖЕНИЕ 2**Конструктивные особенности, достоинства и недостатки некоторых типов механизированных крепей**

Механизированные крепи М87 (М87ДН) и М88 представляют собой поддерживающие крепи рамного типа. Крепи этого типа представляют собой двухстоечную конструкцию, в которой связь перекрытия с основанием осуществляется через гидростойки. Срок службы до капитального ремонта не превышает, как правило, отработки одного столба длиной до 1000 м. В процессе эксплуатации крепей в сложных горно-геологических условиях требуются значительные затраты на поддержание их в работоспособном состоянии.

Механизированная крепь МТ поддерживающего типа выпускается двух типоразмеров и предназначена для отработки пологих пластов с труднообрушаемыми кровлями, которые требуют сопротивления до 1000 кН/м^2 . Конструкция крепи представляет собой четырехстоечную кустовую конструкцию, в которой связь перекрытия с основанием осуществляется через гидростойки. Из-за отсутствия стабилизирующего многозвенника крепи типа **МТ** имеют низкую надежность.

Механизированная крепь МК97 (МК98) состоит из комплектов, в которые входят две двухстоечные секции. Между собой они связаны через механизм перемещения, расположенный между перекрытиями. Основными элементами крепи являются гидростойки механизм перемещения и с рессорными подвесками, которые при значительных нагрузках имеют низкую надежность. Крепь не имеет системы агрегатирования, что требует дополнительных затрат времени на ее передвижку, не обеспечивается стабильность движения фронта крепи, снижается безопасность ведения очистных работ. Крепь **МК98Д** имеет более высокую несущую способность и надежность по отношению к крепям **МК97** и **МК98**.

Механизированная крепь М103М состоит из комплектов, в состав которых входят две четырехстоечные секции, соединенные между собой системой направленности и устойчивости. Каждая секция выполняет функцию забойной и посадочной крепи. Поддержание кровли у забоя обеспечивается подрессоренными консолями перекрытий, а в остальном рабочем пространстве – передним и задними верхняками, соединенными между собой рессорами. Основание секции также как и у крепей **МК97** и **МК98** состоит из двух соединенных между собой рессорами частей, имеющими при значительных нагрузках низкую надежность.

Механизированная крепь КД80 щитового типа состоит из однотипных четырехстоечных секций. Перекрытие с основанием секции связано четырехзвенным механизмом. Он обеспечивает заданное движение по вертикальной прямой перекрытия и воспринимает нагрузки в плоскости пласта, которые возникают при перемещении секции и поддержании кровли. Этот механизм разгружает стойки от изгибающих нагрузок и обеспечивает относительно постоянное расстояние между забоем и верхним строением крепи на всем диапазоне раздвижности секции по мощности пласта. Крепь имеет достаточно высокую надежность и достаточно широко распространена на шахтах. В целом конструкция крепи соответствует современным требованиям по параметрам надежности и ресурса.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Рекомендации по выбору очистного комбайна

В составе окончательно выбранного для проектируемой лавы очистного механизированного комплекса может работать нескольких типов выемочных машин (*узкозахватных* очистных комбайнов).

При выборе комбайна необходимо выполнить следующие шаги.

1. Определиться с типоразмером машины. При этом необходимо обратить внимание на то, что **ширина захвата комбайна** должна соответствовать шагу передвижки выбранного типа крепи.

2. Учесть возможность самозарубки комбайна исполнительными органами. При этом следует иметь ввиду, что **шнековый** исполнительный орган обладает следующими достоинствами по сравнению с **баранным**:

- поток отбитого угля направляется вдоль оси шнека, что обеспечивает короткий путь транспортирования угля, снижает рециркуляцию и измельчение угля в процессе погрузки;
- может эффективно работать на малых скоростях резания, что обеспечивает улучшение сортности угля.

3. Определиться, имеется ли для работы комбайна **потребность в нишах**? Помнить, что их наличие является фактором, увеличивающим трудоемкость работ и сдерживающим нагрузку на очистной забой.

4. Проверить возможность применения комбайнов в условиях проектируемой лавы по заданной **величине сопротивляемости угля резанию**, которая, в свою очередь, не должна быть максимальной для конкретного очистного комбайна.

При прочих равных условиях рекомендуется выбирать комбайн с **бесцепной системой подачи**.

Дело в том, что данное условие регламентируется правилами безопасности (ПБ) для угольных шахт, т.к. конструкция комбайнов с **бесцепной системой подачи** имеет ряд преимуществ по сравнению с цепной системой подачи (см. лекции) и позволяет работать комбайну при выемке пласта по простиранию с **углами падения 9^0 и более** без предохранительной лебедки [6].

При работе в этих же условиях комбайнов с **цепной системой подачи** следует применять предохранительный канат с поддерживающей лебедкой типа ЛГКН.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4**Конструктивные особенности, достоинства и недостатки некоторых типов очистных комбайнов**

В настоящее время на шахтах стран бывшего СНГ для выемки пластов мощностью 0,85–1,3 м в составе механизированных комплексов используются комбайны **КА80, К103М, 1К101У, 1К101УД**. Однако вследствие технической сложности, недостаточных надежности и энерговооруженности привода резания они имеют низкую производительность, а потому – ограниченное применение.

Комбайн 1К103М имеет два шнековых исполнительных органа, установленных по торцам машины, и вынесенную цепную систему подачи. Основным достоинством комбайна является небольшая высота корпуса в зоне крепи. Однако расположение части корпуса и рукоятей исполнительных органов в призабойной зоне повышает энергоемкость разрушения угля и затрудняет его погрузку на конвейер. Комбайн имеет низкие показатели надежности и ресурса.

Для выемки пластов мощностью в диапазоне 1,35–3,2 м и 2,2–4,3 м в составе механизированных комплексов используются комбайны **2ГШ68Б, РКУ10, РКУ13, 1КШЭ, КШЗМ**. Комбайны этого типа имеют существенный недостаток – механизмы подачи по скоростным и тяговым характеристикам не соответствуют современным требованиям, предъявляемым к очистным комбайнам, работающим в составе механизированных комплексов с высоким уровнем нагрузки. Основной же выемочной машиной на таких пластах является очистной комбайн **1ГШ68** и его модификации (например, **1ГШ68Е**). Кроме перечисленных выше недостатков используемый в комбайне **1ГШ68** механизм подачи с открытой тяговой цепью является источником травматизма рабочих.

Комбайн 2ГШ68Б оснащен двухдвигательным приводом, безопасным гидравлическим механизмом подачи с повышенной тяговой мощностью. На эффективность работы комбайна влияет высокая аварийность гидропривода системы подачи.

Комбайн РКУ10 с исполнительными шнековыми органами предназначен для выемки угля в очистных забоях пластов мощностью 1,0–1,93 м с углом падения 35° при сопротивляемости угля резанию до 300 кН/м. Комбайн оснащен двумя бесцепными механизмами подачи со встроенными механогидравлическими тормозами. Они позволяют работать без предохранительной лебедки при углах падения пласта свыше 9°.

Комбайн 1ГШ68 может работать по челночной или односторонней схеме, имеет двухдвигательный привод. Цепная система подачи снижает безопасность ведения очистных работ в забое. Кроме того, машина имеет недостаточную надежность и ресурс.

Комбайн КШ1КГУ имеет цепную и бесцепную систему подачи. Расположение исполнительных органов одностороннее. На эффективности применения комбайна сказывается низкие энерговооруженность и надежность, а также необходимость подготовки ниш.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5**Рекомендации по выбору и обоснованию схемы работы очистного комбайна в лаве**

При выемке угля узкозахватными комбайнами различают две принципиальные **СХЕМЫ РАБОТЫ КОМБАЙНА** в лаве - **челноковая** (*наиболее прогрессивная*) и **односторонняя**.

При выборе одной из схем, необходимо учитывать следующие условия:

- **челноковая** схема *запрещена* на пластах, опасных по внезапным выбросам угля и газа;
- **челноковая** схема *не рациональна* при значительном отжиме угля от поверхности забоя (*т.е. при глубине отжима менее 0,3 м*), так как погрузка угля на конвейер при этом недостаточно эффективна;
- **односторонняя** схема *применяется обычно* при мощности пласта 2,0 м и более, а также на выбросоопасных пластах;
- **односторонняя** схема *не рекомендуется* при залегании в непосредственной кровле слабоустойчивых пород, а также при наличии ложной кровли.

Схема работы в лаве очистного узкозахватного комбайна предусматривает также выбор **СПОСОБА ПЕРЕДВИЖКИ КОМБАЙНА НА НОВУЮ ПОЛОСУ**.

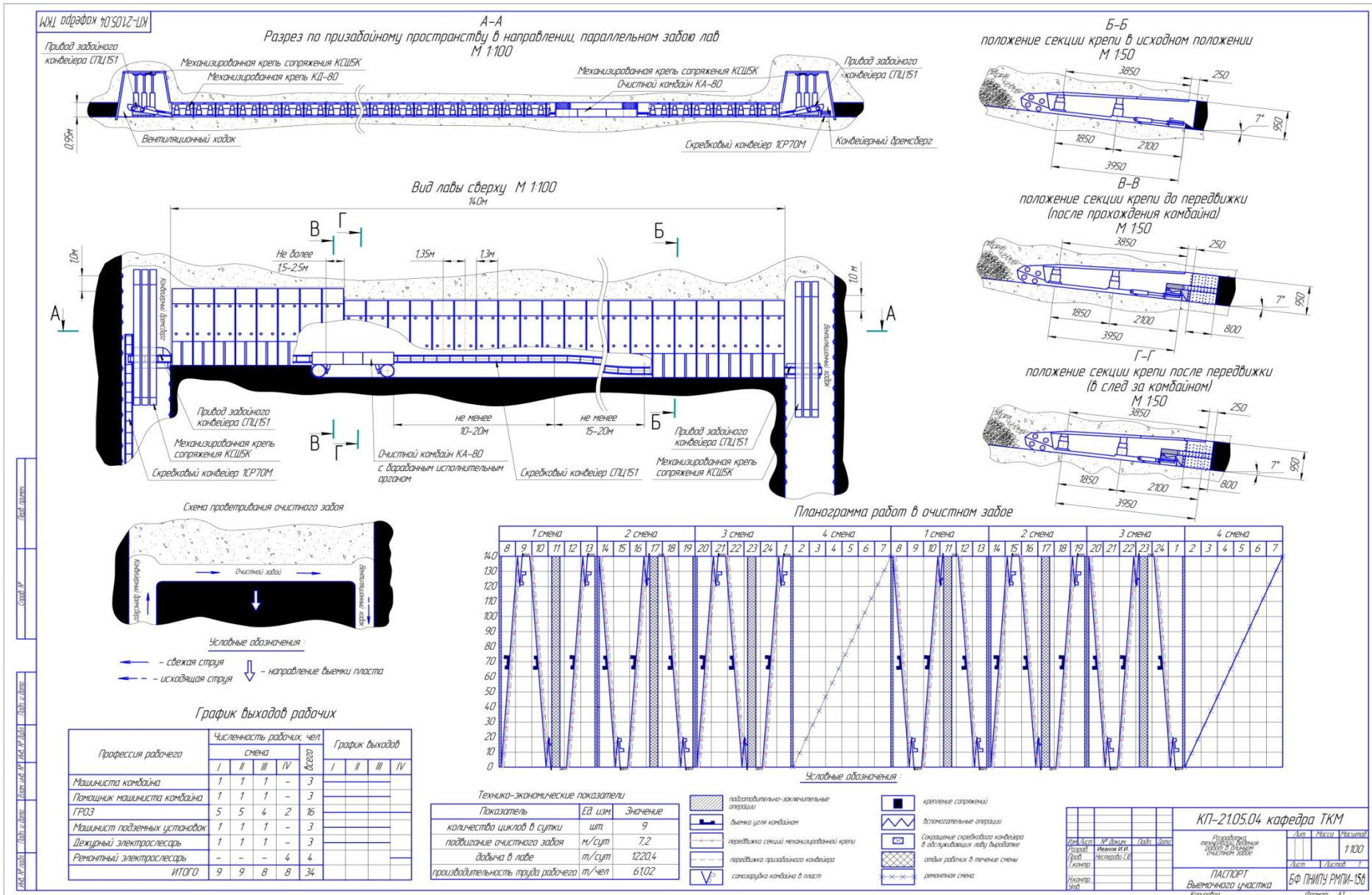
В тех случаях, когда конструкция исполнительных органов выемочных машин обеспечивает **самозарубку** комбайна в пласт (**фронтальную** или **«косыми заездами»**) следует принимать:

- **фронтальную** самозарубку – при расположении исполнительных органов по обоим концам корпуса комбайна и снабжении исполнительных органов торцевыми буровыми резцами (*при этом сопротивляемость угля резанию A_p не должна превышать 200 кН/м*);
- самозарубку в пласт **«косыми заездами»** – для остальных узкозахватных комбайнов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6**Случайные перерывы в работе очистного забоя**

Причины возникновения перерывов	Перерывы	
	внутренние	внешние
Технические	<p>Неисправность выемочных механизмов (порыв тяговой цепи комбайна, повреждение кабеля, порыв шланга орошения, поломка лыжи, неисправность дистанционного управления, повреждение лемеха, заклинивание цепи и др.)</p> <p>Неисправность доставочных механизмов (порыв скребковой цепи, рассоединение рештаков, поломка гидромуфты, неисправность системы управления, выход из строя электродвигателей и др.)</p> <p>Неисправность механизированной крепи (порыв магистрального трубопровода, неисправность клапана в распределительном устройстве, выход из строя насоса и др.)</p>	<p>Порыв ленты конвейера на штреке, неисправность автоматики конвейера, неисправность толкателя на погрузочных пунктах, авария на подъеме, авария с энергоснабжением, сход электровоза и вагонов с рельсов и др.</p>
Организационные	<p>Доставка оборудования с поверхности, отсутствие лесных материалов, отсутствие эмульсии в насосной станции, отставание крепи от комбайна, неподготовленность ниши и др.</p>	<p>Отсутствие порожнего состава, задержка с взрывными работами из-за отсутствия взрывников, неподготовленность участка, остановка лавы инспектором из-за нарушения правил эксплуатации прилегающих горных выработок и стационарного оборудования и др.</p>
Горно-геологические	<p>Разборка завала в лаве, загазирование лавы, просыпание породы на комбайн, преодоление пережима в пласте, прорыв воды и др.</p>	<p>Завал на штреке, перекрепление штрека, прорыв водопровода, суфлярные выделения газа, пучение почвы в транспортных выработках и др.</p>

Пример графической части «Паспорта очистного забоя»



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Процессы в длинных очистных забоях: справочно-методическое пособие для студентов горных специальностей. / Сост. И.П. Аман, ППИ. – Пермь, 1999.
2. Проверка возможности применения конкретной механизированной крепи в условиях конкретной лавы: метод. указания для студентов горных специальностей. / Сост. И.П. Аман, ППИ. – Пермь, 2006.
3. Расчет скорости подачи и производительности узкозахватного очистного комбайна: метод. указания для студентов горных специальностей. / Сост. И.П. Аман, ППИ. – Пермь, 2006.
4. Подземная разработка пластовых месторождений: учеб. пособие / Егоров П.В. [и др.] – 3-е изд. – М.: МГГУ, 2002. – 217 с.
5. Михеев О.В. Подземная разработка пластовых месторождений [Текст] : практикум / Михеев О.В. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : МГГУ, 2001. - 488 с.
6. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах» – Приказ Ростехнадзора № 550 от 19.11.2013. – Электрон. текстовые дан. – М.: 2013. – Режим доступа: СПС КонсультантПлюс, компьютер. сеть НБ ПНИПУ.

Учебное издание

НЕСТЕРОВА Светлана Юрьевна

**МЕХАНИЗАЦИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ
В ДЛИННОМ ОЧИСТНОМ ЗАБОЕ**

Учебно-методическое пособие

Корректор *Н.В. Шилева*

Подписано в печать 15.06.2018. Формат 60×90/16.
Набор компьютерный. Усл. печ 5,9.
Тираж 20. Заказ 392/2018

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии центра
«Издательство Пермского национального исследовательского
политехнического университета».
Адрес: 614990, г. Пермь. Комсомольский проспект, 29, к. 113
Тел. (342) 219-80-33.