

УДК 621.879.45

И.М. Ялтанец, С.А. Иванов

**ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ПОГРУЖНЫМИ
ГРУНТОВЫМИ НАСОСАМИ**

Семинар № 12

Предельная глубина разработки при использовании обычных плавучих землесосных снарядов составляет не более 17-18 м, что заставляет применять двухступенную (двухъярусную) схему разработки толщи полезного ископаемого с искусственно пониженного горизонта (с понижением уровня горизонта воды).

Земснаряды с погружными грунтовыми насосами позволяют не только вести разработку месторождений на глубине 40 м и более, но и существенно интенсифицировать добычу и уменьшить не менее чем 2 раза изъятие других (дополнительных) земель (в случае 40 м против 17-18 м).

В соответствии с числом рабочих плавучих земснарядов, месторождение разбивается на карты, размер которых зависит от расстояния между пунктами подключения (длины плавучего пульпопровода) плавучего пульпопровода к магистральному. Карты в свою очередь разбиваются на прорези (участки) с указанием очередности их разработки и размеров их в плане. Размеры участков зависят от типа применяемого земснаряда. Ширина участка по ширине заходки земснаряда, а длине – двукратной или трехкратной ширине участка (рис. 1, 2).

Одним из основных элементов системы разработки является высота разрабатываемого уступа. Применение земснаряда с погружным грунтовым насосом позволяет отрабатывать месторождение по двухступенной и одноступенной схеме. Двухступенная схема была разработана в институте ВНИПИИст-

ромсырье и приведена в книге Е.П. Жарницкого.

При свободном всасывании, с использованием схемы с обрушением, при большой высоте разрабатываемого уступа, возможная опасность завала грунтозаборного устройства обрушившимся грунтом (возможны нарушения устойчивого режима всасывания и механических поломок рамы грунтозаборного устройства). При очень малой высоте разрабатываемого уступа возможно снижение производительности земснаряда из-за его малого объема обрушающегося грунта. В связи с этим существуют вытекающие из практических наблюдений рекомендации по оптимальной высоте обрушающегося забоя (табл. 1) [1].

На рис. 3 и 4 приведены схемы отработки полезной толщи месторождения земснарядом с погружным грунтовым насосом без разбивки и с разбивкой ее на два яруса (уступа).

Разработка высоких забоев связана с опасностью их обрушения и поломкой грунтозаборного устройства.

Общая высота уступа, а также предельно допустимая величина надводной части уступа устанавливается проектом с учетом характеристики разрабатываемых пород, типа земснаряда, характера обрушения уступа и принятой схемы разработки.

При необходимости понижения высоты разрабатываемого уступа, за счет подводной НП ее части, можно использовать следующие способы понижения: гидромониторный размыв; бульдозерное рыхление; взрывное рыхление. Гидромониторы могут быть ус-

Таблица 1

Рекомендации по оптимальной высоте обрушающегося забоя.

Производительность земснаряда по воде, $Q_{в}$, м ³ /ч	Оптимальная высота обрушающегося забоя, м	
	подводного	надводного, менее
<500	4-6	4
500-1000	6-8	6
1000-200	8-12	8
2000-4000	12-15	12
>4000	12-18	12

тановлены на берегу или носовой части корпуса плавучего землесосного снаряда. На рисунке 3 нами приведена схема понижения высоты разрабатываемого уступа гидромониторным размывом, с расположением гидромонитора в носовой части корпуса земснаряда. Обрушенный гидромонитором грунт надводной части уступа НН поступает в подводный забой в зону всасывания грунта с водой (гидросмеси). Гидросмесь засасывается грунтовым насосом 3 и по напорному пульпопроводу (плавучему и магистральному) подается на карту намыва технического сооружения.

Необходимо иметь в виду, что при отработке месторождения в один уступ, перемещение земснаряда в забое может производиться со свайным ходом или тросово-веерным – в зависимости от высоты подводной части забоя. При глубине отработки месторождения более 4, 5, 6, 10 и 15 м, в зависимости от типа применяемого земснаряда, необходимо применение тросово-веерного способа перемещения. Разработку карьерного поля следует производить участками, ориентировочные размеры которых приведены в табл. 2

Очередность разработки участков приведена на рис. 1 и 2.

Расстояние между пунктами берегового подключения обычно принимается равным длине плавучего пульпопровода.

Как известно, вспомогательные операции по эксплуатации месторождения, как-то: укладка и переукладка якорей, удлинение и укорачивание плавучего пульпопровода к месту нового подключения и пере-

мещения земснаряда в пределах выработанного пространства карьера (одного забоя) осуществляется с помощью буксирного катера. Переукладку папильонажных тросов желательно производить без прекращения работы земснаряда или при вынужденной остановке.

В зависимости от группы разрабатываемого грунта и глубины разработки месторождения, машинист должен обеспечить непрерывность процесса разработки грунта, регулировать консистенцию гидросмеси, не допуская срыва вакуума и работы грунтового насоса в кавитационном режиме. Контроль за оптимальным режимом работы земснаряда, необходимо вести по показаниям приборов, расположенным на земснаряде (вакуумметр-ра, манометра, консистометра, амперметра).

При разработке грунта в забое земснаряда предусматривается выполнение комплекса работ:

- 1) разработка грунта в забое и транспортирование его по пульпопроводам к месту укладки;
- 2) перемещение земснаряда в забое и перевод из одного забоя в другой с переукладкой якорей и папильонажных канатов;
- 3) наращивание и укорачивание плавучего пульпопровода, присоединение его к береговому магистральному пульпопроводу и отсоединение при переключении на другое место;
- 4) надзор за всасывающей и напорными линиями земснаряда с регулированием задвижками, чистка задвижек;

Таблица 2
Размеры участков

Марка плавучего земснаряда с возможной максимальной глубиной разработки	Ширина участка забоя, м	Длина участка забоя, м	Расстояние (возможное) между береговыми подключениями, м
25Э. 50Г.(63).5 (12Э. 40М.63.3) с глубиной разработки 25 м	50	100;150	50-100;300-400
350-50Л с глубиной разработки 15;20;30 м	50	100;150	50-100;300-400
400-100П с глубиной разработки 30 м	50	100;150	50-100;300-400
С55-0000-СБ с глубиной разработки 25 м	40	100;150	50-100;300-400
18Э. 100Г(42) 3 с глубиной разработки 18 м	40	100;150	50-100;300-400

Примечание: 50-100 – при предельных расстояниях транспортирования;
300-400 – при небольшом расстоянии транспортирования.

Таблица 3
Выполнение рабочих операций

Разработка и транспортирование грунта	Земснарядом 350-50ЛП для условий Западной Сибири, при количестве рабочих дней – 200 и количестве рабочих часов в сутки 16: 800- 1200 тыс. м ³
Переукладка папилонажных тросов на берегу	Одна переукладка с использованием бульдозера и команды земснаряда – 1 час
Переукладка якорей на воду	Одна переукладка с использованием катера и команды земснаряда – 0,7 час.
Нарращивание (сокращение)плавучего пульпопровода	В период эксплуатации месторождения операции отсутствуют. В начальный период – до 5 часов.
Переход земснаряда на новый участок	При длине участка (прорези) 150 м – до 6 часов при использовании катера и команды земснаряда.
Профилактический ремонт	Один ремонт в месяц командой земснаряда в течении 48 часов.
Намыв грунта на карту	В зависимости от размеров карты в плане и по высоте (30,0 ÷ 200,0 тыс.м ³)в течении 85-750 час.
Переключение выпуска гидро-смеси с карты на карту	Одно переключение с использованием рабочих на картах – 1,4 час.
Переключение плавучего пульпопровода к магистральному	Одно переключение с использованием команды земснаряда, катера и бульдозера – 8 час.

5) промывка пульпопровода водой при засорении;

6) раскладка электрического кабеля по плавучему пульпопроводу;

7) присоединение и отсоединение берегового кабеля с переноской его в пределах карьера и раскладкой на козлах;

8) проведение профилактического ремонта оборудования земснаряда, плавучего пульпопровода и шаровых соединений, содержание в чистоте механизмов;

9) поддержание связи с картой намыва и перекачивающей установкой (при ее наличии);

10) надзор за исправным состоянием электрического кабеля, осветительной проводки и линии связи от земснаряда до места подключения на берегу;

11) ведение вахтерного журнала;

12) прием и сдача смены.

13) Примерная продолжительность основных рабочих операций, выпол няе-

ных членами комплексной бригады земснаряда приведена в табл. 3.

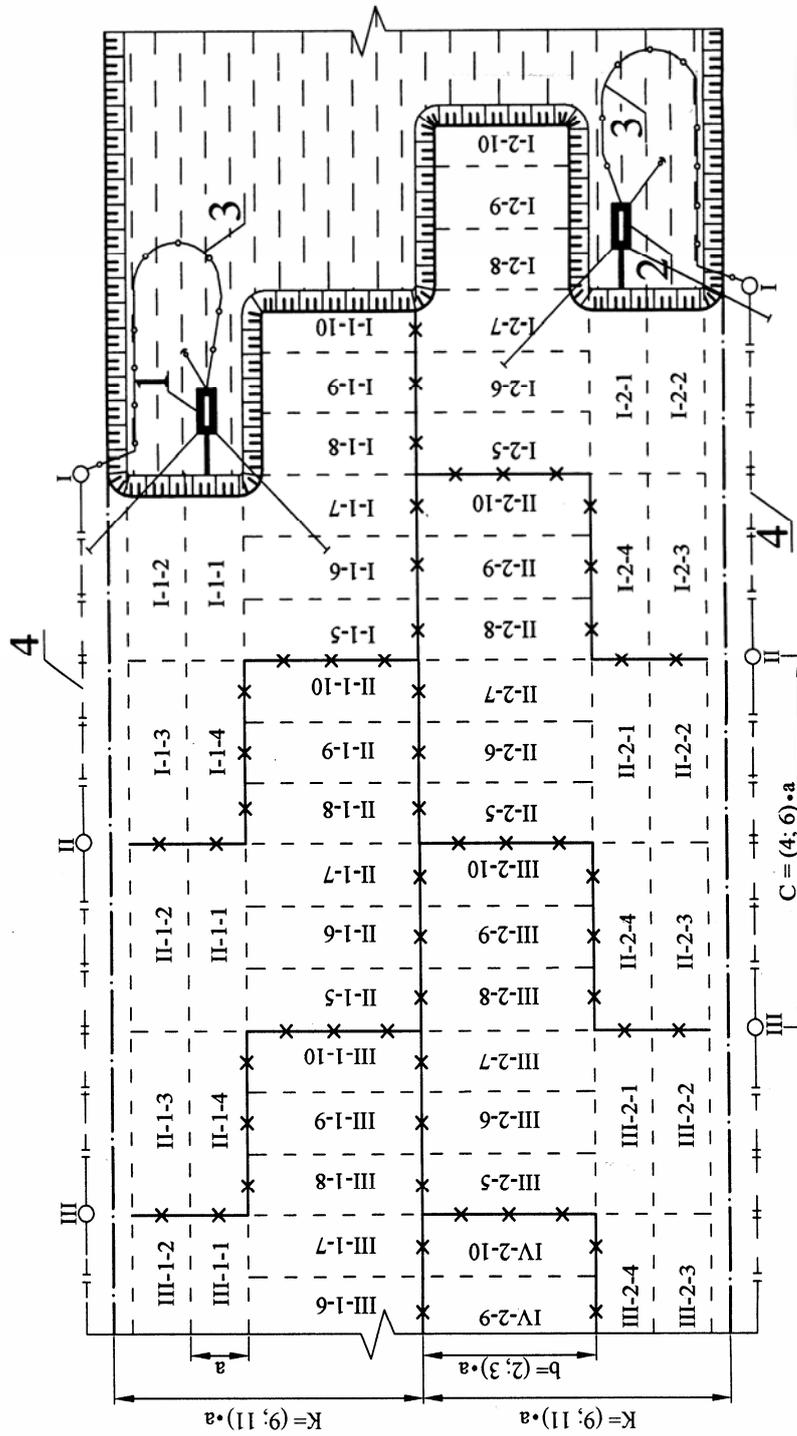


Рис. 1. Односторонняя схема разработки месторождения донных земснарядов: 1 - земснаряд №1; 2 - земснаряд №2; 3 - плавучий пульпопровод; 4 - магистральный пульпопровод; I, II, III - пункты подключения плавучего пульпопровода к магистральному; I-1-1÷I-1-10; II-1-1÷II-1-10; III-1-1÷III-1-10 - участки обрабатываемые земснарядом №1 от пунктов подключения I, II, III; I-2-1÷I-2-10; II-2-1÷II-2-10; III-2-1÷III-2-10 - участки обрабатываемые земснарядом №2 от пунктов подключения I, II, III; -x---x- - граница карт обрабатываемых земснарядами №1 и №2 от пунктов подключения I, II и III; K - граница блоков земснарядов №1 и №2; a - ширина обрабатываемого участка равная ширине заходки земснаряда; b - длина обрабатываемого участка; c - расстояние между пунктами подключения плавучих пульпопроводов к магистральному

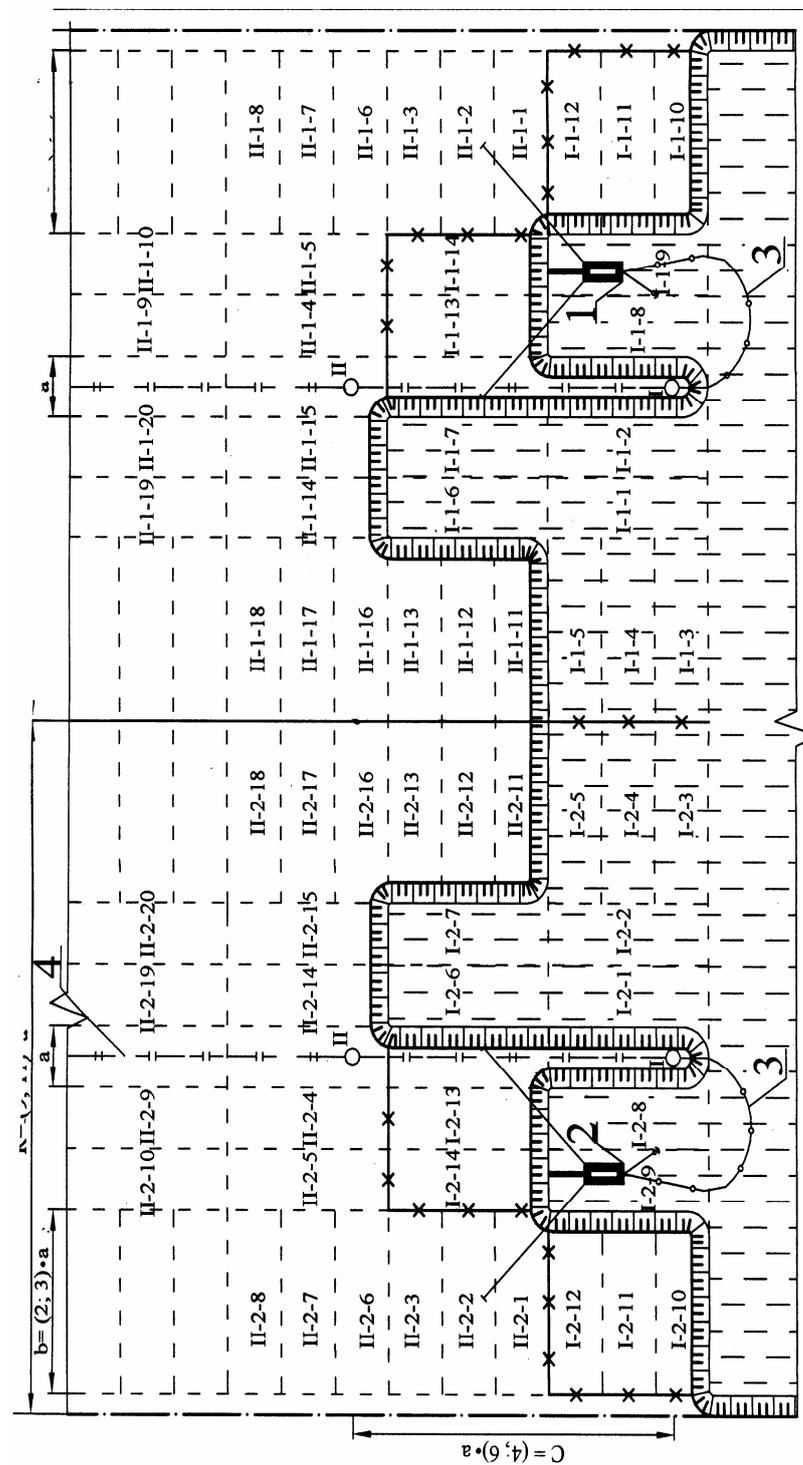


Рис. 2. Двухсторонняя схема разработки месторождения двумя земснарядами: 1 - земснаряд №2; 3 - плавучий пульпопровод; 4 - магистральный пульпопровод; I, II - пункты подключения плавучего пульпопровода к магистральному; I-1-1-1-1-2; II-1-1 ÷ II-1-12; III-1-1 ÷ III-1-10 - участки обрабатываемые земснарядом №1 от пунктов подключения I, II; I-2-1 ÷ I-2-10; II-2-1 ÷ II-2-10; III-2-1 ÷ III-2-10 - участки обрабатываемые земснарядом №2 от пунктов подключения I, II; -X-X- - граница карт обрабатываемых земснарядами №1 и №2 от пункта подключения I; К - граница блоков земснарядов №1 и №2, а - ширина обрабатываемого участка равная ширине заходки земснаряда; b - длина обрабатываемого участка; c - расстояние между пунктами подключения плавучих пульпопроводов к магистральному

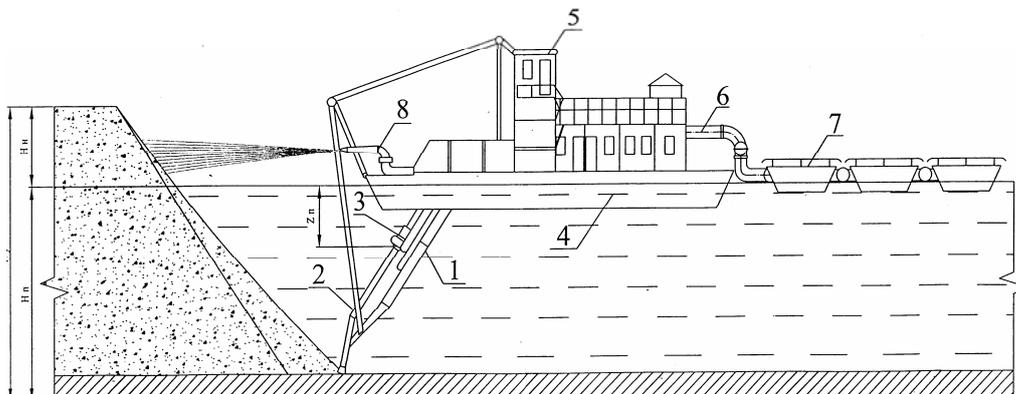


Рис. 3. Схема обработки уступа плавучим земснарядом с погруженным грунтовым насосом без разбивки его на ярусы: H_y - высота разрабатываемого уступа; H_n - высота надводной части уступа (менее 4-12 м. в зависимости от типа земснаряда); H_p - высота подводной части уступа (до 30 м. в зависимости от типа земснаряда); Z_p - глубина погружения грунтового насоса; 1 - рама земснаряда; 2 - всасывающий трубопровод земснаряда; 3 - погружной грунтовой насос; 4 - корпус земснаряда; 5 - надстройка; 6 - напорный трубопровод; 7 - звено плавучего пульпопровода; 8 - гидромонитор

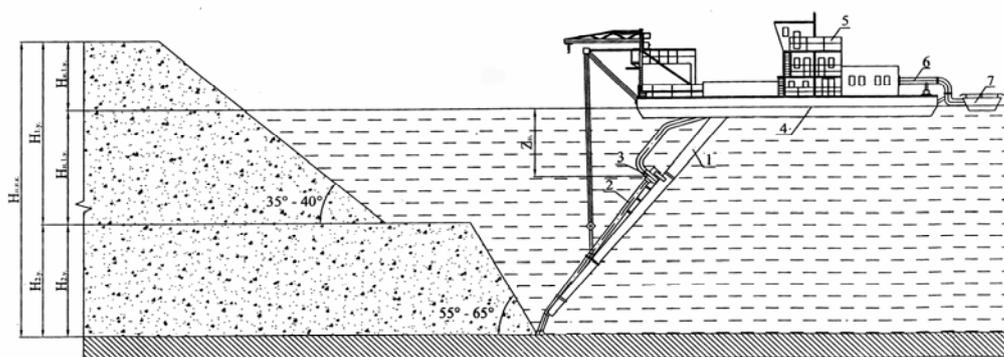


Рис. 4. Схема обработки месторождения двумя уступами: $H_{н.л.у.}$ - высота надводной части левого уступа; $H_{п.л.у.}$ - высота подводной части первого уступа; H_{y1} - высота первого разрабатываемого уступа; H_{y2} - высота второго разрабатываемого уступа; $H_{п.и.к.}$ - мощность полезного ископаемого карьера; Z_p - глубина погружения грунтового насоса; 1 - рама земснаряда; 2 - всасывающий трубопровод земснаряда; 3 - погружной грунтовой насос; 4 - корпус земснаряда; 5 - надстройка; 6 - напорный трубопровод; 7 - звено плавучего пульпопровода; 35-45 - угол откоса нерабочего уступа; 55-65 - угол откоса рабочего уступа

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Огородников С.П. Гидромеханизация разработки грунтов. – М.: Стройиздат, 1986.
2. Жарницкий Е.П. Землесосные снаряды с погружными грунтовыми насосами. – М.: Недра, 1988.

Коротко об авторах

УДК 622.014.3:502.76

Е.А. Кононенко, С.И. Протасов, А.Т. Мироненко
**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПРЕДЕЛ ВМЕСТИМОСТИ
ДОЛИННЫХ ГИДРООТВАЛОВ КУЗБАССА**

Семинар № 12

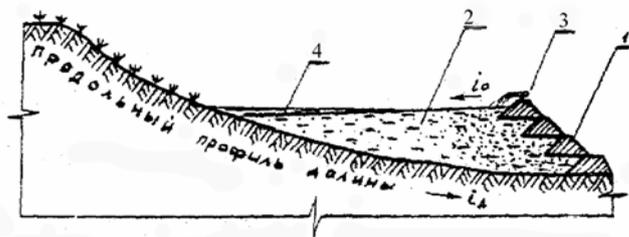
Гидромеханизированная разработка вскрышных пород на карьерах является одной из самых эффективных технологий ведения горных работ при отработке наносов. Основным негативным фактором, сдерживающим широкое распространение этой технологии является гидроотвалообразование. Этот процесс характеризуется значительной землеемкостью, и в результате применения традиционной технологии намыва гидросмеси в гидроотвал, сложно-**гидроотвал** и **гидроотвал** угольной компании (УК) «Кузбассразрезголь» занимают площадь 2770 гектаров (таблица). Многие из них заполнены более чем наполовину от проектной емкости, но до сих пор не рекультивированы. Некоторые из них, например «Сагарлыкский» (разреза «Бачатский») засыпаны отвалами полускальных вскрышных пород, а намыв в гидроотвал разреза «Краснобродский» возобновляется.

Размещение гидроотвала осуществляется чаще всего в долине небольшой реки в непосредственной близости от карьера.

Типичный долинный гидроотвал представляет собой крупное ступенеобразное сооружение закрытого контура,

Рис. 1. Долинный гидроотвал и его части: 1 – дамба; 2 – тело гидроотвала; 3 – выпуск гидросмеси; 4 – прудок

полностью перегораживающее речную долину и перехватывающее весь ее сток. В соответствии с проектными рекомендациями заполнение отвала производится от дамбы (рис. 1). При этом выпуски гидросмеси располагаются на дамбе. Гидронамыв от дамбы призван укрепить ее путем создания упорной призмы из наиболее крупных фракций гидросмеси, принимающей на себя часть давления пород сооружения. При намыве поток гидросмеси пересекает поверхность гидроотвала и на всем протяжении его пути происходит фракционирование. Наиболее крупные частицы выпадают в зоне пляжа, а самые тонкие фракции транспортируются вплоть до прудка водозабора. Большая часть породы осаждается вблизи дамбы, мощность намываемого слоя убывает от дамбы к центру, что обуславливает создание слабонаклонной поверхности с падением от места выпуска. Такой наклон намываемой поверхности противоположен естественному наклону тальвега речной долины и образует так называемый «контруклон» (см. рис. 1).



Контруклон гидроотвала лишает долину ее основного свойства – проточности, на поверхности отвала скапливается

Состояние земель, занятых гидроотвалами на 01.01.2002 г. по УК «Кузбассразрезуголь»

№№	Предприятие	Всего земель, га	из них, (га)		Занятие неиспользованных земель по годам, (га)						
			Занято в работе	Временно не использованы	2002-2003	2004-2005	2006-2007	2008-2009	2010-2011		
	Всего по УК «Кузбассразрезуголь»	2768,10	1562,5	1205,6	104,5	20,0	782,0	55,0	55,0		
1	Гидроотвалы	381,0	301	80	80						
2	Кедровский	795,8	795,8								
3	Моховский	863,0	131	732		732					
4	Сартаки	412,1	28	384,1	15	20	50	55	55		
5	Красный Брод	4,2	4,2								
6	Вахрушевразрезуголь	200	200								
7	Талдинский	112	102,5	9,5	9,5						
	Ерунаковский										

вода, подпитывающая намывные породы и существенным образом затрудняющая их консолидацию. Кроме того, при гидронамыве в разветвленных балочных и речных долинах гидросмесь оседает неравномерно и в логах, прилегающих к основной долине под углом, близким к прямому, образуются незамытые вскрышными породами, а заполненные водой «мертвые зоны». Наличие прудов «мертвых зон», составляющих 20-25 % площади поверхности гидроотвала, уменьшают возможный объем укладываемых пород не менее, чем на 5-10 %. Пруды «мертвых зон» значительно осложняют рекультивацию долинных гидроотвалов, для их заполнения и вытеснения воды необходима специальная доставка вскрышных пород. Это, с одной стороны просто дорого, а с другой – довольно сложно из-за низкой несущей способности грунта, постоянно подпитываемого водой из прудов «мертвых зон» и отсутствия дорог. Исследования показали, что через три года после прекращения намыва несущая способность грунта вокруг «мертвых зон» не превышала $1,3 \div 1,7 \text{ кг/см}^2$. Известно, что для использования колесных тракторов всех типов несущая способность должна достигать порядка 3 кг/см^2 . Период консолидации таких пород составляет от 7,3 до 10 лет без учета эффекта подпитки. Кроме этого, заболачивание верховьев прудов «мертвых зон» и постоянный подъем уровня воды в них из-за подпитки атмосферными осадками со всей площади водосбора, значительно усложняет прогон скота, находящегося на окружающих гидроотвал выпасах.

Любая совокупность неровностей земной поверхности – рельеф, как эндогенного, экзогенного, так и техногенного генезиса – подвергается довольно активному воздействию рельефообразующих процессов, которые, в свою очередь, являются функцией географического положения территории. Для обеспечения целостной и рациональной рекультивации земель, нарушенных горными работами, свойства которых изменены вмешательством человека,

необходимо располагать сведениями о параметрах и особенностях рельефообразующих процессов, и, соответственно, учитывать их в процессе восстановления земель.

Все техногенные формы рельефа с момента их создания вовлекаются в сферу действия геоморфологических процессов, протекающих в естественных морфосистемах, и взаимодействуют с ними. Естественные морфосистемы, получившие антропогенное составляющее, видоизменяются. В них могут активизироваться естественные рельефообразующие процессы и негативно воздействовать на сформированный техногенный рельеф.

Геоморфология – наука о строении, происхождении, истории развития и современной динамике рельефа земной поверхности. Именно геоморфология должна позволить нам определить функциональное значение форм рельефа в морфосистемах и выявить реликтовые формы. Реликты прежних условий морфогенеза не играют никакой роли в функционировании современного рельефа и могут быть исключены при проектировании морфологии поверхности в ходе рекультивационных работ.

Такой принцип определяет возможность восстановления функции рельефа в морфосистеме региона. Следовательно, основной задачей исследования является обоснование принципов формирования техногенного рельефа при рекультивации долинных гидроотвалов.

Проведенные в нашей стране и за рубежом исследования показали, что ввиду наличия ряда необратимых процессов (изменения литологического состава и физико-механических свойств грунта), неизбежных при рекультивации, геоморфологическая обстановка восстановленных территорий сильно отличается от естественной. В связи с этим появляется задача адекватного восстановления рельефа, выбора стратегии экологически адекватной рекультивации, основанной на геоморфологических принципах.

Под экологически адекватной рекультивацией подразумевается такая совокупность технологических процессов по формирова-

нию техногенного рельефа, которая обеспечивает возвращение нарушенных земель в природную геоморфосистему ландшафтных комплексов с прежними функциями. При этом под ландшафтом понимается основная единица физико-географического деления (районирования) – генетически единая территория с однотипным рельефом, геологическим строением, климатом, общим характером поверхностных и подземных вод, закономерным сочетанием почв, растительных и животных сообществ. Каждый ландшафт состоит из простых физико-географических единиц (фаций, местностей, урочищ), которые образуют в его пределах взаимосвязанные сочетания.

Стратегия экологически адекватной рекультивации, основанной на геоморфологических принципах, подразумевает формирование при рекультивации такого техногенного рельефа, который обеспечивает возвращение нарушенных земель с прежними функциями.

На наш взгляд, понятие экологической адекватности по отношению к вопросу рекультивации долинных гидроотвалов является восстановлением основной функции долины – ее проточности. Она может быть достигнута, во-первых, за счет восстановления русла водотока (реки или ручья), а, во-вторых, за счет обеспечения уклонов поверхности всей долины, которые обеспечат водосбор с территории долины для подпитки водотока, исключая при этом ее размыв.

Каким же граничным требованиям должны соответствовать параметры водотока? Главным параметром любого русла является уклон. Величина уклона обеспечивает определенный дебит реки (при соответствующей площади сечения потока), а также определяет возможности размыва русла в зависимости от литологического состава пород, которые его слагают. Регулировать дебит реки при организации и последующей рекультивации отвала возможно за счет глубины и ширины водотока. С точки зрения размыва русла казалось бы опасно быть не должно, т.к. величина уклона поверхности гидроотвала будет

Рис. 2. Зависимость изменения величины неразмываемого уклона водотока от расхода воды для суглинков: 1 – $n = 0,0225$; $b = 10$ м; $V = 0,8$ м/с (суглинок); 2 – $n = 0,040$; $b = 10$ м; $V = 0,8$ м/с

меньше, чем уклон тальвега долины, но надо учитывать литологический состав пород, слагающих русло. За время функционирования морфосистемы долины в русле ручья оставались песчаные и гравелистые породы. Берега задернованы или заросли кустарником. В гидроотвал, поверхность которого должна быть основанием русла реки, намываются чаще всего суглинки и супеси. Их размывающая скорость значительно ниже, чем гравийно-галечни-ковых пород. Следовательно, уклон водотока должен исключать такую скорость течения, которая бы была выше величины неразмываемой скорости пород, слагающих основание.

Уклон русла водотока, устойчивого к эрозионному размыву, можно установить из уравнения Шези, который установил зависимость между расходом воды, уклоном, формой и размерами поперечного сечения потока:

$$V = C\sqrt{R \cdot I},$$

где V – скорость потока, м/с; I – уклон русла, дол. ед.; C – коэффициент Шези:

$$\text{по формуле Манинга } C = \frac{1}{n} R^{1/6},$$

где n – коэффициент шероховатости; R – гидравлический радиус потока.

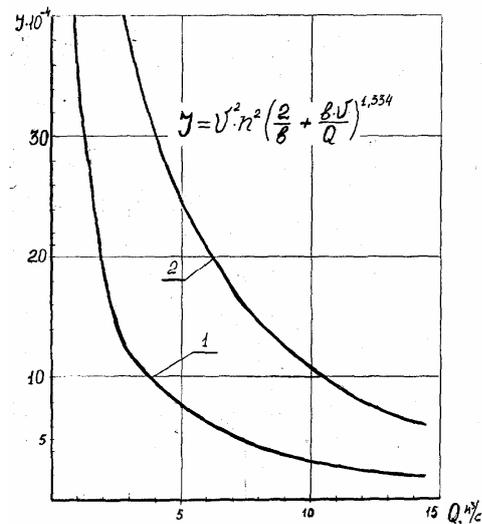
Величина R определяется в зависимости от смоченного периметра потока $(b+2h)$ и площади сечения потока:

$$R = \frac{b \cdot h}{2h + b}$$

где h – глубина потока, м; b – ширина потока, м.

В результате скорость потока можно представить в виде:

$$V = \frac{\sqrt{I}}{n} \left(\frac{bh}{2h+b} \right)^{0,667}; \text{ м/с} \quad (1)$$



Эта зависимость не позволяет учитывать влияние расхода воды в водотоке на уклон поверхности, тогда по известной зависимости $Q = \omega V = bhV$ выразим величину h и подставим в исходное выражение (1), после преобразования получим

$$I = V^2 \cdot n^2 \cdot \left(\frac{2}{b} + \frac{bV}{Q} \right)^{1,334} \quad (2)$$

Подставляя в это выражение величину неразмываемой скорости для соответствующих пород основания водотока и величину расхода воды в период паводков в верховьях, низовьях или в любых других точках водотока с учетом коэффициента шероховатости и ширины потока, можно определить величину уклона тальвега, обеспечивающего исключение размыва пород основания. На рис. 2 представлена зависимость изменения величины неразмываемого уклона водотока в зависимости от величины расхода воды.

Не допуская эрозионный размыв русла водотоков, которые будут протекать по поверхности рекультивируемых гидроотвалов, в то же время необходимо исключить их заиление. Принимаем положение, что глинистые (до 0,005 мм) и пылеватые частицы (0,005-0,05 мм) не должны оседать в русле водотока (из-за трудности его

восстановления), а должны уноситься потоком.

Для того, чтобы исключить заиливание канала (русла водотока) необходимо соблюдение условия, что

$$\frac{L}{V} = K \cdot \frac{h \cdot 100}{W}, \text{ или } V = \frac{LW}{100h \cdot K}$$

где L – длина канала, м; V – скорость движения потока, м/сек; K – коэффициент, учитывающий глубину потока, $0,5 \div 10$; h – глубина потока, м; W – гидравлическая крупность частиц, оседание которых необходимо избежать, см/сек.

Учитывая полученную ранее зависимость (1) между величиной уклона и параметрами водотока, можно составить систему уравнений для определения величины уклона I' , исключающего заиливание канала:

$$\begin{cases} V = \frac{\sqrt{I'} \left(\frac{bh}{2h+b} \right)^{0,667}}{n} \\ V = \frac{L \cdot W}{100 \cdot K \cdot h} \\ Q = bhV \end{cases}$$

После преобразований получим

$$I' = \left(\frac{L \cdot W \cdot b \cdot V \cdot n}{100 \cdot K \cdot Q} \right)^2 \left(\frac{2}{b} + \frac{bV}{Q} \right)^{1,334} \quad (3)$$

Таким образом, установлены зависимости для определения диапазона величины уклона тальвега долины для пропус-

ка водного потока конкретной морфосистемы

$$\left(\frac{L \cdot W \cdot b \cdot V \cdot n}{100 \cdot K \cdot Q} \right)^2 \left(\frac{2}{b} + \frac{bV}{Q} \right)^{1,334} < I < V^2 n^2 \left(\frac{2}{b} + \frac{bV}{Q} \right)^{1,334} \quad (4)$$

Это условие можно представить в виде

$$C \left[V^2 n^2 \left(\frac{2}{b} + \frac{bV}{Q} \right)^{1,334} \right] < I < V^2 n^2 \left(\frac{2}{b} + \frac{bV}{Q} \right)^{1,334}$$

$$\text{где } C = \left(\frac{L \cdot W \cdot b}{100 \cdot K \cdot Q} \right)^2 \quad (5)$$

С точки зрения обеспечения нормального функционирования восстанавливаемого водотока (обеспечения пропуски воды), величина неразмываемого уклона должна быть больше уклона, исключающего его заиливание. Это соответствует условию, что $C \leq 1$. В том случае, когда величина $C > 1$ при соответствующих значениях параметров его определяющих произойдет или начнет происходить заиливание русла. В принципе, это не приведет к каким-то значительным негативным последствиям, т.к. в результате заиливания произойдет изменение параметров поперечного сечения русла (b или h), но в таком случае (при $Q \cong \text{Const}$) возрастет скорость течения в этом сечении потока. Увеличение скорости в определенный период доведет ее значения до размывающей и отложенный ил будет перемещаться вниз по течению. Произойдет эффект самоочищения реки.

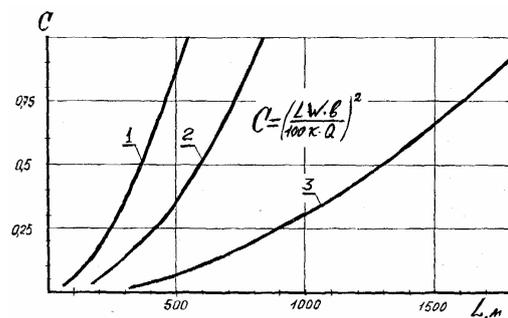


Рис. 3. Графическая зависимость изменения величины коэффициента C от длины восстанавливаемого водотока: 1 – $Q = 3,17 \text{ м}^3/\text{с}$; 2 – $Q = 5,00 \text{ м}^3/\text{с}$; 3 – $Q = 11,10 \text{ м}^3/\text{с}$

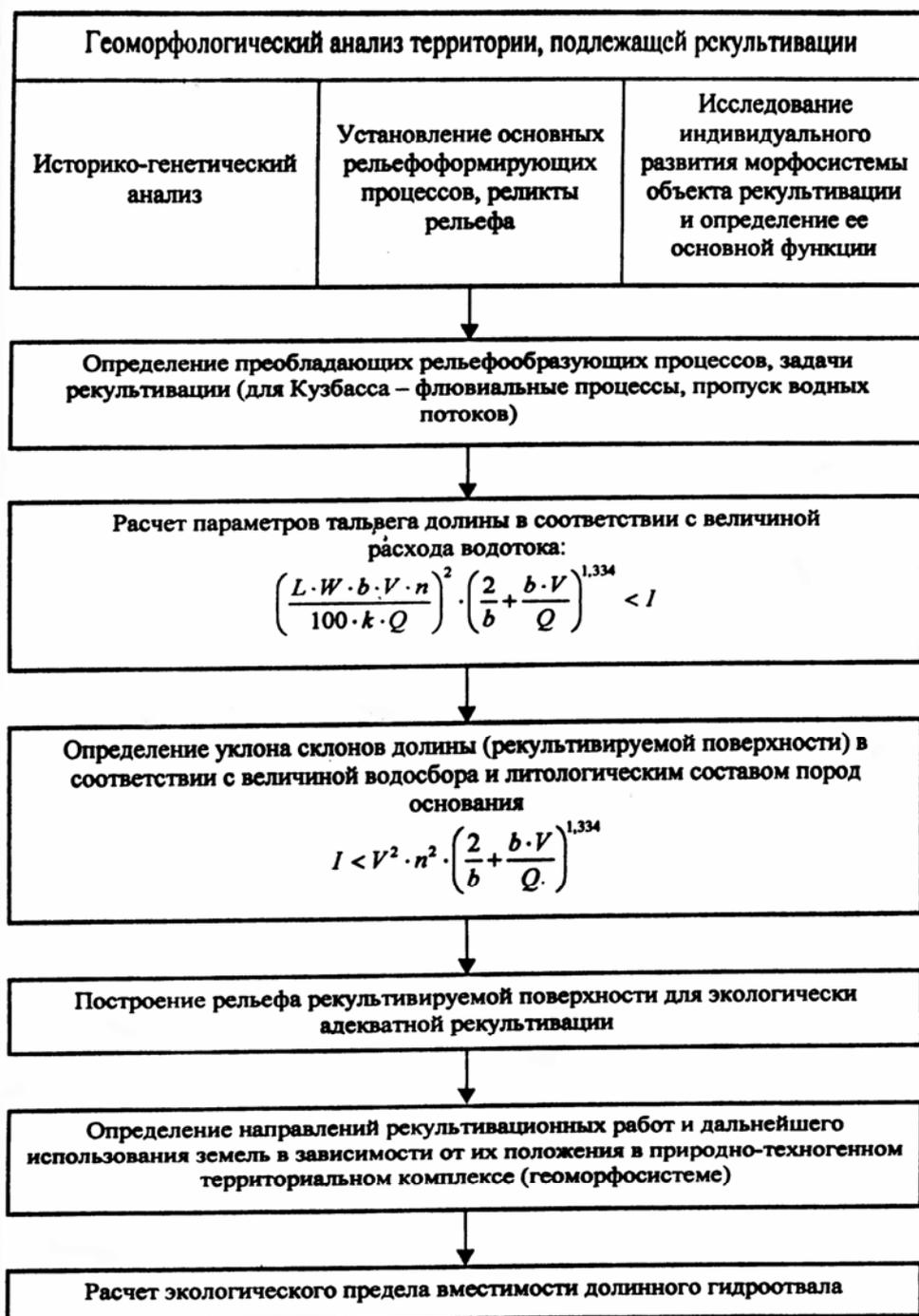


Рис. 4. Укрупненный алгоритм расчета параметров техногенного рельефа при рекультивации долинного гидроотвала и его экологического предела вместимости

Графическая зависимость изменения величины коэффициента C от протяженности водотока при различных значениях дебита воды представлена на рис. 3.

В том случае, когда величина неразмываемого уклона водотока (например, р. Еловка) при дебите $11,1 \text{ м}^3/\text{с}$, а основанием являются суглинки, составляет $0,00029$ (см. рис. 2). При этом величина коэффициента C для этого же потока при длине восстанавливаемого русла порядка 1500 м составляет $0,66$, то незаиливающая величина уклона русла будет $I = 0,00019$. Следовательно, уклон русла может изменяться в диапазоне $0,00019 < I < 0,00029$.

Процесс заполнения гидроотвала вскрышными породами постепенно выполаживает уклон русла водотока. Со временем он может приблизиться к величине уклона незаиливающего. Именно величина незаиливающего уклона водотока ограничивает приемную способность долины по тому же критерию – восстановление функции речной долины в морфосистеме региона.

В том случае, если величина незаиливающего уклона водотока не будет обеспечена, т.е. фактический уклон поверхности рекультивируемого отвала будет меньше, то пропуск воды не будет обеспечен уклоном русла и вся поверхность будет заболачиваться.

Для исключения подобного явления необходимо ограничить объем укладываемых в гидроотвал пород. Таким образом, определенный объем вскрышных пород, уложенный в гидроотвал, который позволяет восстановить главную функцию рельефа долинного гидроотвала по пропуску осадков и не нарушает эрози-

онно-аккумулятивную деятельность водотока, протекающего по тальвегу долины, можно назвать экологическим пределом вместимости долинных гидроотвалов.

Для определения экологического предела вместимости долинного гидроотвала необходимо:

- определить в соответствии с установленной зависимостью величину незаиливающего уклона русла основного водотока и его притоков (если они существуют);
- рассчитать неразмываемый уклон склонов, опирающихся на тальвег долины;
- построить техногенный рельеф поверхности гидроотвала, который должен быть после экологически адекватной рекультивации;
- на основании сравнения рельефа долины до размещения в ней гидроотвала и экологически адекватного техногенного рельефа после рекультивации, определить объем пород, который возможно разместить в долине, не нарушая ее основную функцию в морфосистеме региона. Объем пород, ограниченный поверхностью рельефа долины до размещения в ней гидроотвала, поверхностью техногенного рельефа гидроотвала, который должен быть после экологически адекватной рекультивации и дамбой обвалования гидроотвала, является экологическим пределом вместимости долинного гидроотвала.

Предел вместимости долинного гидроотвала должен определяться на стадии его проектирования. Укрупненный алгоритм расчета параметров техногенного рельефа при рекультивации долинного гидроотвала и его экологического предела вместимости представлен на рис. 4.

Коротко об авторах

Кононенко Е.А. – доктор технических наук, профессор, кафедра «Технология, механизация и организация открытых горных работ», Московский государственный горный университет,
Протасов С.И. – кандидат технических наук, директор НФ Кузбасс-НИИОГР,
Миرونенко А.Т. – начальник Беловского ГТО Ростехнадзора.

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОДВОДНОЙ ВЫЕМКИ ПОРОД
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВОЙСТВ ГИДРОСФЕР**

Эколого-экономические условия все чаще требуют, чтобы горные работы со дна водоемов проводились без водопонижения или полного осушения месторождения. В этой связи, добыча полезных ископаемых все в больших объемах проводятся в гидросферах, осваивая все большие глубины.

Исследования по производству горных работ на тихоокеанском полигоне "BIE" (Benthic Impact Experiment), проведенные международным сообществом с российского судна под руководством доктора геолого-минеральных наук Пилипчука М. Ф., показали, возможность и эффективность добычи полезных ископаемых на всех глубинах Мировой гидросферы.

Распространено мнение, что эффективными при работе в гидросфере является гидравлический плавучий снаряд и, в первую очередь, землесосные снаряды. Это предопределено отсутствием критериев сопоставления эффективности выемочной техники различных принципов.

Выполненный анализ техники, осуществляющий добычу в гидросферах, показывает, что на современном этапе освоена добыча до глубин 60-90 метров. На глубинах до 30-40 м. эффективно используются установленные на понтоне штанговые снаряды, т.е. плавучие механические прямые и обратные экскаваторные лопаты, грейферные и многочерпаковые экскаваторы; гидравлические снаряды с различными рабочими органами (насосные, эжекторные и эрлифтные) и скреперные установки.

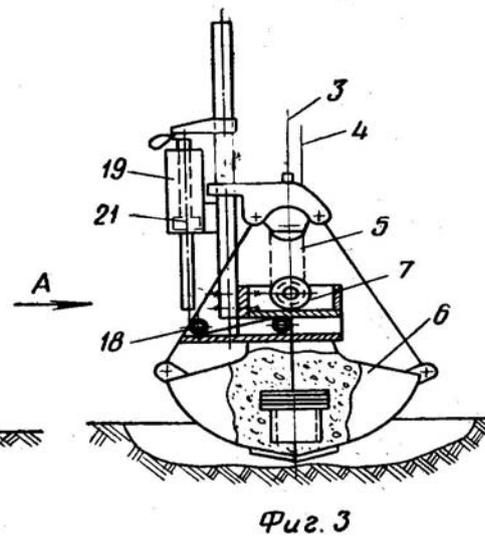
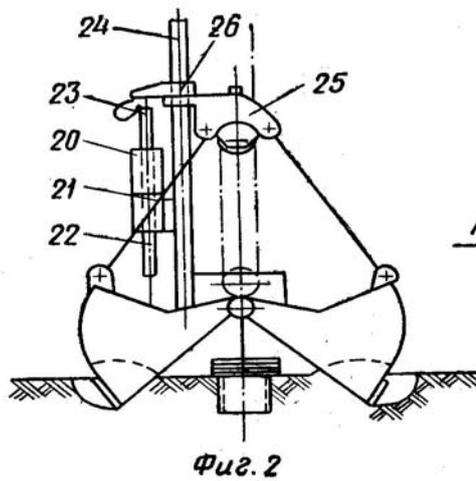
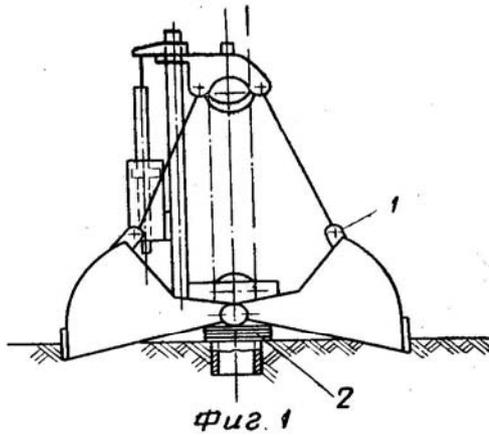
При этом все эти устройства различаются соотношением полезного объема

извлекаемой породы к общей массе снаряда, поднимаемого на поверхность. Так при использовании грейферных устройств на выемке пород различного гранулометрического состава из-за различной площади и времени контакта с поверхностью забоя наблюдается соотношение 4÷9 т на 1 м³ извлекаемой породы, а затем по мере подъема ковша наблюдаются потери из-за вымывания мелких фракций. Не менее высокая металлоемкость при подводной выемке плавучими прямыми и обратными механическими лопатами.

Землесосные снаряды вместе с 1 м³ породы в зависимости от гранулометрического состава всасывают от 8 до 30 м³ воды. Между тем для гидравлического транспортирования достаточно 3-4 м³ воды на 1 м³ твердого.

Установлено, что для сопоставления оценки эффективности выемки различных устройств в гидросферах необходимо использовать коэффициент качества выемки, под которым мы понимаем соотношение полезного объема, поступающего для подъема, к общему объему поднимаемой массы.

Анализ изменения этого показателя в сторону увеличения за счет уменьшения массы выемочного устройства приведет к уменьшению силы, отделяющей породу от забоя, при проведении работы в гидросфере и ухудшит эффективность выемки. Увеличение массы устройств также не может дать значительного повышения коэффициента качества выемки, а напротив снизит ее эффективность.



Эффективность подводной выемки можно повысить за счет использования качеств гидросфер для создания дополнительных процессов в момент выемки. К таким процессам при механических устройствах надо отнести контактное прижатие заякориванием, контактное прилипание (адгезия), контактное присасывание.

Представляется, что при выемке в гидросферах пород с гладкой поверхностью (типа стеклецов) наиболее эффективным является применение устройств контактного прилипания, при наличии относительно ровных поверхностей дна забоя –

устройства контактного присасывания, при неровных поверхностях – контактное прижатие заякориванием.

Перспективным является направление с созданием устройств, имеющих положительную плавучесть при подъеме и отрицательную с прижатием к забою при выемке.

Целесообразность использования новых устройств и области их применения необходимо оценивать коэффициентом качества выемки.

В качестве примера можно рассмотреть грейфер с якорным устройством (а.

с. 368376, рисунок). С целью повышения наполнения грейфера заякорение осуществляется за счет веса траверза 7, дополнительное усилие якорения достигается за счет использования сил гидростатического столба жидкости. Достигается это тем, что заглубляемая якорная часть выполнена в виде вертикального патрубка с подпружиненной крышкой клапаном, на которой установлен предохранительный клапан, а якорная часть взаимодействует с возвратно-спусковым устройством, закрепленном на грейфере, через гибкую тягу. Возвратно-спусковое устройство выполнено в виде силового цилиндра с системой управления. На фигурах 1, 2, 3 показано положение звеньев грейфера и якорного уст-

ройства, соответственно; в исходной позиции перед началом черпания, в процессе черпания, в конце цикла черпания.

Испытание опытного образца показало, что производительность грейфера может быть увеличена почти вдвое.

Таким образом, из 3-х основных возможностей увеличения давления на забой при выемке в гидросферах: прижатие, присасывание и прилипание, в настоящее время наиболее технически проработано прижатие заякорением. Разработка технических средств и методов эффективного присасывания и прилипания рабочего органа к забою в гидросферах является задачей актуальной и требует детальной проработки.

Коротко об авторах

Кафиров Н.Г. – кандидат технических наук, Московский государственный горный университет.

ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

<i>Автор</i>	<i>Название работы</i>	<i>Специальность</i>	<i>Ученая степень</i>
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
НАСИБУЛЛИН Николай Николаевич	Обоснование параметров предохранительной подушки при отработке подкарьерных запасов системами с обрушением	25.00.22	к.т.н.
УВЕ Ресслер	Геомеханическое обоснование нагрузок на обделку тоннелей в технологии микротоннелирования	25.00.20 25.00.22	к.т.н.

