

УДК 622.271.6

**РАЗРАБОТКА ПОДВОДНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГИДРООТВАЛОВ КУЗБАССА**

Прокудин А.Ю., студент гр. ГОс-171.2, IV курс

Научный руководитель: В.Л. Мартьянов, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева, филиал в г. Прокопьевске  
г. Прокопьевск

Гидроотвалы карьеров содержат огромные объемы прудов-отстойников, в нижней части которых сконцентрированы тонкодисперсные частицы породы, в значительных количествах содержащие органические вещества, аналоги сапропелей. Сапропели используются главным образом в качестве удобрений в сельском хозяйстве, а также в медицине и промышленности [1, 2].

Органическое вещество является обязательным компонентом всех осадочных отложений, особенно рыхлых, которые на ряде разрезов Кузбасса отработались ранее или разрабатываются в настоящее время способом гидромеханизации [1, 2]. Основной состав органического вещества формируется из остатков отмерших ранее растительных и животных организмов, гумуса, рассеянных и растворимых органических соединений.

Тонкоструктурные частицы пород прудов-отстойников представляют собой коллоидальные отложения (суспензии) в гидроотвалах с содержанием органического вещества, в пересчете на сухую массу, часто превышающем 10 %. Они могут быть представлены также в виде органоминерального грунта, содержащего от 3 до 50% (по массе) органическое вещество.

Свойства этих техногенных породных суспензий позволяют говорить об их реальном использовании в сельском хозяйстве в качестве удобрений, как и болотных сапропелей.

Основные форма и параметры пруда-отстойника, содержащего грунтовые фракции в технологической воде, показаны на рис. 1.

В общем случае емкость гидроотвала зависит от объема укладываемой породы, ее гранулометрического состава, интенсивности водоотдачи и уплотнения [1, 3].

На карьерах Кузбасса объемы горных пород в гидроотвалах достигают многих десятков млн. м<sup>3</sup>. Объем тонкодисперсных частиц породы с содержанием органического вещества в пруде-отстойнике на конец эксплуатации гидроотвалов также весьма значителен [1, 2].

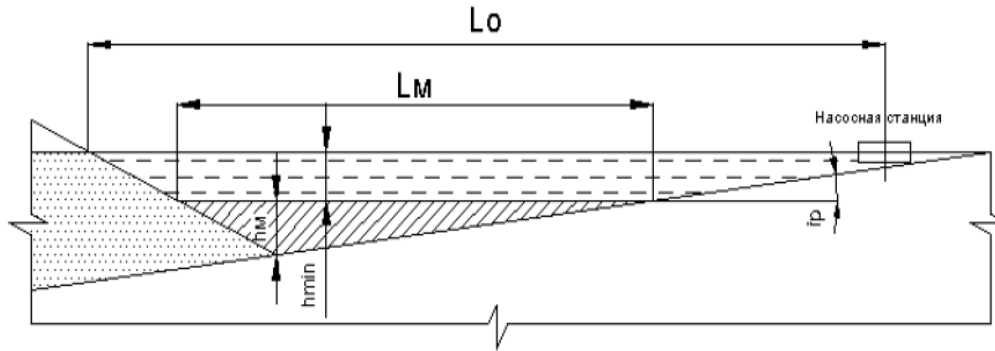


Рис. 1. Основные параметры пруда-отстойника: длина ( $L_m$ ), ширина ( $B_m$ ) и мощность ( $h_M$ ) тонкодисперсных глинистых частиц в отстойнике; длина ( $L_0$ ), ширина ( $B_0$ ) и глубина ( $h_{min}$ ) воды в отстойнике.

Относительное содержание органического вещества в зависимости от цвета разрабатываемого и складываемого в гидроотвал грунта определяется по ГОСТ 2374—2016: черный и темно-коричневый - 15%, коричневый – 10%, темно-серый до 7%, серый и светло-серый до 4%. Первые два относятся к непосредственно к сапропелям, т.е. прямым удобрениям. Два последних к органоминеральному сырью, которое в процессе первичной переработки при добавлении навоза также становится эффективным удобрением.

Для добычи органоминеральной суспензии из пруда-отстойника могут применяться известные и широко используемые технологии для добычи на территориях Беларуси и России озерного сапропеля [1, 3, 4, 5].

В практике добычи и первичной переработки озерного сапропеля наиболее широко распространены две технологии добычи – с использованием грейферных экскаваторов и с использованием земснарядов [4, 5]. Оба способа являются сезонными, а процесс получения материала, годного для использования в сельском хозяйстве, занимает от одного до двух лет. Из зоны осаждения в гидроотвале тонкодисперсных частиц пульпы производится подача материала на подготовленные с помощью проходки специальных траншей площадки для их переработки (естественное обезвоживание, гуртование, сезонный цикл заморозки-оттаивания, обвалование) в удобрения, аналогов сапропелей для сельского хозяйства

По первой схеме выемка ила производится грейферным экскаватором, который располагается на понтоне катамаранного типа, а транспортирование добытого ила осуществляется баржами и буксиром. Из барж погрузчиком грейферного типа сапропель перегружается в автосамосвалы и перевозится на специальные площадки, расположенные в 100-200 м от пристани для обезвоживания и просушивания в подготовленные ранее траншеи. Срок обезвоживания 1-1,5 месяца. Затем сапропель сгребается в валы (гуртование), высотой 1-2 м для промораживания в зимний период. Для улучшения качества производится периодическое фрезерование подсушенного слоя. После зимнего промораживания и подсушивания влажность сапропеля достигает кондиционной (60 %) и он сгребается в валы высотой 4-4,5 м, а

затем отгружается и вывозится потребителю. Добычной период по такой технологии длится в весенне-осенний период 5-7 месяцев.

Земснарядный способ добычи и первичной переработки сапропеля включает следующие технологические процессы (цикл рассчитан на один-два года):

- выемка сапропелевой залежи земснарядом (при 3-процентном содержании сапропеля в пульпе);
- гидротранспорт пульпы по напорным пульповодам в чеки-отстойники для сгущения и высушивания до заданной влажности;
- обезвоживание в отстойниках до влажности 82 % с постоянным перемещением осветленной воды в водоем;
- промораживание ила в зимний период до влажности 75 %;
- разрыхление верхнего слоя фрезированием;
- высушивание до влажности 60-70 %;
- сгребание в валы, погрузка и транспортирование в зависимости от процентного содержания сапропеля или к местам компостирования с навозом или непосредственно потребителю на поля.

Следует подчеркнуть, что разработка гидроотвальных залежей сапропеля, особенно при совершенствовании существующих и создании новых технологий, является практически единственным случаем, когда добыча полезного ископаемого сопровождается позитивными экологическими последствиями. В процессе их разработки добывается органоминеральное удобрение для сельского хозяйства и сырье для других отраслей, происходит очистка водоемов с восстановлением гидрологического режима прилегающих территорий и возобновлением деятельности прудов как водоисточников, возникает возможность рыборазведения, обеспечиваются предпосылки создания рекреационных зон.

Однако эти положительные результаты могут быть получены при максимально возможном выполнении требований экологии и рационального использования природных ресурсов при эксплуатации подводных месторождений гидроотвалов.

Сапропели относятся к слабым органо-минеральным грунтам. По данным научных исследований [4, 5], в гидроотвалах преобладают сапропели жидко- и вязкотекучей консистенции (около 90 %). Илы пластичной консистенции составляют около 9 %, а полутвердой – всего 1 % общего объема.

Особый интерес, что особенно важно для создания новых технологий, представляет степень подвижности сапропеля под покрывающим его слоем воды. Сапропель естественной влажности в выемках неустойчив, и углы его откосов обычно менее 3°. Показатель консистенции для сапропелевых отложений не превышает 3,4-3,7, что также указывает на их текучесть. По мнению специалистов ВИОГЕМ (г. Белгород), водонасыщенные малосвязные сапропели можно разрабатывать свободным всасыванием без

предварительного рыхления. Эти свойства текучих сапропелей являются решающим условием при создании новых технологических схем:

1. Разработка погружными грунтовыми насосами с максимально возможным по длине илозаборным пульповодом. При этом возможны два варианта расположения грунтового насоса: на некотором расстоянии от уровня воды в гидроотвале и на некотором расстоянии ниже уровня водоема.

2. Разработка скважиной со сложной пространственной ее траекторией. В СПГТИ (г. Санкт-Петербург) разработана и испытана оригинальная буровая установка с силовым вертлюгом-вращателем. Созданный образец установки позволил успешно пробурить серию горизонтальных и наклонных скважин диаметром 214,5 мм длиной от 300 до 700 м со сложными пространственными траекториями. Для бурения и последующего разбуривания этой скважины до 300 – 400 мм можно использовать отечественное оборудование для геолого-разведочных работ, для скважин большего диаметра - зарубежную, в частности японскую технику, образцы которой используются в России.

3. Работа по схеме шурф – скважина (рис.2).

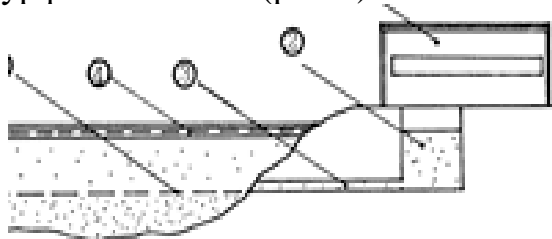


Рис. 2. Добыча сапропеля по схеме шурф – скважина: 1 - нижняя граница текучего сапропеля; 2 – слой воды; 3 – скважины (пакет скважин); 4 – накопительный шурф; 5 - технологический ангар

По этой технологической схеме первоначально проходится накопительный шурф, а затем из него вскрывающая горизонтальная скважина к нижней границе – почве всей толщи текучего сапропеля. Из шурфа ил удаляется насосом.

3. Разработка погружными илозаборными агрегатами (рис. 3).

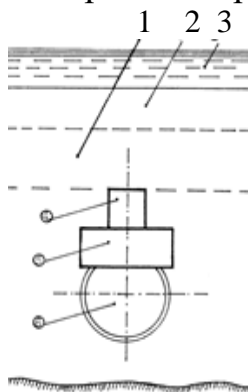


Рис. 3. Расположение погружного илозаборного агрегата в толще иловой залежи: 1 – толща воды; 2 - ил текучей консистенции; 3 - слой ила с пониженным

содержанием органики; 4 – илозаборный патрубок; 5 – рабочая камера насоса; 6 – электро- или гидродвигатель

Погружной илозаборный агрегат имеет гибкую связь (на тросах) с несущим понтоном. В качестве его привода рационально использовать гидродвигатель в едином агрегате с грунтовым насосом, что позволяет плавно регулировать частоту вращения рабочего колеса насоса.

При разработке илов текучей консистенции целесообразно изменить расположение грунтозаборного агрегата в толще иловой залежи (рис. 4). Грунтозаборник ставится вертикально, вверх срезом, так что ил постоянно под собственным весом и давлением вышележащих слоев поступает в рабочую камеру грунтового насоса. Ниже располагается гидродвигатель.

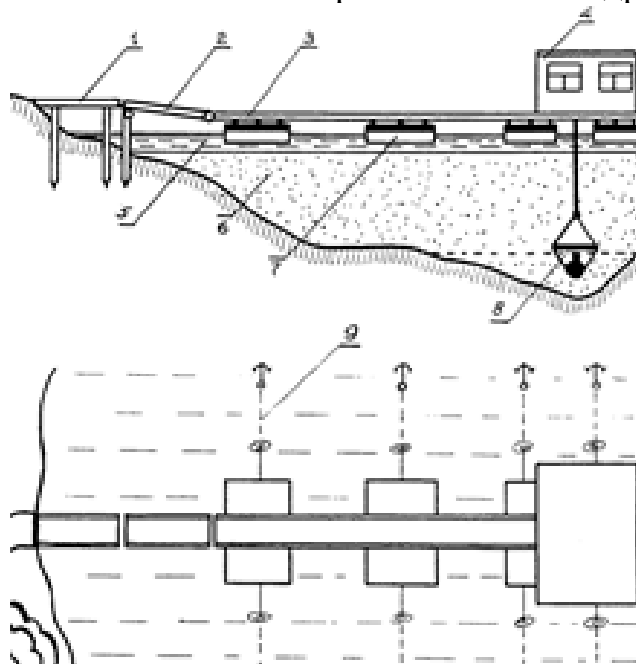


Рис.4. Разработка сапропеля с применением погружного илозаборного агрегата: 1 – береговой понтон; 2 – промежуточный понтон; 3 – настил на понтонной трассе; 4 - технологический блок; 5 – погружной илозаборный агрегат; 6 - несущие понтоны на автотрассе; 7 – ил текучей консистенции; 8 – слой воды; 9 – донные якоря

Подобный илозаборный агрегат позволит осуществлять достаточно строгую селективную выемку ила.

4. Разработка с использованием погружного илозаборного колодца. По этой схеме железобетонный колодец опускается в толщу сапропеля на глубину, которая определяется прочностными характеристиками ила данного месторождения.

Предлагаемые технологии в значительной степени устраняют технологические и экологические недостатки экскаваторной и земснарядной разработки озерных сапропелей.

В целом можно сделать вывод, что сегодня имеются технологические и технические возможности разработки подводных техногенных месторождений органоминерального сырья гидроотвалов Кузбасса.

### Список литературы

1. Нурок Г.А. Процессы и технология гидромеханизации открытых горных работ: [Учеб. для вузов по спец. «Технология и комплексная механизация открытой разраб. месторождений полез. ископаемых»]/Г.А. Нурок. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1985. с. - 471
2. Томаков П. И. Экология и охрана природы при открытых горных работах: Уч пособие для вузов по направлению "Горное дело" М.: Изд-во МГГУ , 2000. с. - 417
3. Ялтанец И.М. Технология и комплексная механизация открытых горных работ. Гидромеханизированные и подводные работы. Горная книга, М. 2009. с. – 218.
4. Гальперин, А. М. Гидромеханизированные природоохранные технологии / А. М. Гальперин, Ю. Н. Дьячков. – Москва : Недра, 1993. с. – 256.
5. Бессонов, Е. А. Энциклопедия гидромеханизированных работ. – Москва : Изд-во «1989.ру», 2005. с. – 514.