

Утенкова Татьяна Геннадьевна, аспирант, **Кремчев Эльдар Абдоллович**, доктор техн. наук., доцент, **Громыка Дмитрий Сергеевич**, аспирант, **Короткова Ольга Юрьевна**, аспирант

Санкт-Петербургский горный университет, 199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия д.2

E-mail: utenkova2310@gmail.com

СПОСОБЫ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ САПРОПЕЛЯ

Аннотация: Российская Федерация обладает огромными запасами озерного сапропеля. В нашей стране насчитывается около 50 тысяч месторождений, выявленные запасы составляют более 200 миллиардов кубических метров естественной влажности (92-98%).

Наибольшее применение сапропель находит в сельском хозяйстве в качестве природных удобрений, а также активно используется в строительстве, медицине, в химической промышленности и др. Необходимость освоения сапропелевых месторождений также обусловлена естественными процессами заиливания озер. Так, добывая озерный сапропель, мы получаем экологически чистое сырье и обеспечиваем очистку водоемов, которые, являясь источниками пресной воды и объектами рекреационного назначения.

Главной причиной ограниченного применения сапропеля является его высокая естественная влажность. Обладая тонкодисперсной коллоидной структурой, сапропель практически не фильтруется, в связи с этим процессы его обезвоживания в естественных условиях являются трудоемкими, а попытки искусственного удаления влаги – энергозатратными.

В данной работе представлен результат анализа существующих цеховых и полевых способов и технических решений по обезвоживанию сапропеля.

Ключевые слова: сапропель, добыча, обезвоживание, использование, центрифуга, машина для обезвоживания, гигроскопический эффект, пористый материал, геотуба

Информация о статье: принята 3 августа 2020 г.

DOI: 10.26730/1816-4528-2020-4-45-52

Введение

Издавна сапропель использовался живущими вблизи озер жителями в качестве удобрения. Но в России исследования сапропелей начались лишь в начале 19 века с созданием Сапропелевого комитета Российской Академии Наук. На территории Российской Федерации выявленные запасы сапропеля оставляют около 225 млрд м³ естественной влажности [1]. Крупнейшие предприятия по добыче и переработке сапропеля в России представлены в Таблице 1.

Согласно существующей нормативной документации в Российской Федерации сапропели в зависимости от свойств и состава классифицируют на органические, органоглинистые, органо-кремнеземистые, органоизвестковые и известковые. В зависимости от содержания тяжелых металлов выделяют сапропели первого и второго классов пригодности [2]. Сапропель широко используется в сельском хозяйстве, в медицине, строительстве, в топливной промышленности.

Сапропелевые удобрения доказали свою эффективность и имеют ряд преимуществ перед другими видами удобрений [3,4]. Удобрение, созданное на основе сапропеля, – единственное в своем роде почвообразующее удобрение. Оно может использоваться для любых типов почв,

восстанавливать плодородие и структуру. Длительное действие этого удобрения объясняется тем, что оно не вымывается при поливе, дождевыми и грунтовыми водами.

В Литовском сельскохозяйственном институте изучали влияние известкового сапропеля на плодородие почв. Общий результат длительных экспериментов (около 18 лет) был положительным. Наблюдалось улучшение химических свойств: повысилось содержание полезных компонентов, понизилась кислотность почв, повысилась урожайность зерновых культур [4].

В строительстве известен способ использования сапропеля в качестве связующей композиции для производства топливных брикетов [5]. Для этого его необходимо высушить при температуре 110 °С, затем подвергнуть механической активации. Применение сапропеля в качестве связующего улучшает технические показатели угольных брикетов и делает процесс брикетирования экономичнее [6].

Сапропель можно использовать в качестве связующего для производства гранул из угольной золы, которые могут быть применены в сельском и лесном хозяйствах как удобрение. [7].

Таблица. – Предприятия по добыче сапропеля
Table. – The sapropel and processing enterprises in Russia

Предприятие по добыче сапропеля	Месторождение	Добыча и переработка сапропеля	Выпускаемая продукция	Мощность производства	Стоимость продукции
ООО «Эковит»	Озеро Савельево, Переславский район, Ярославская область	Добыча с помощью земснаряда; Смешивание с высушенным (влажность 27%) торфом	Органическое, почвообразующее удобрение	10 000-20 000 т/год	9000 руб.
ООО "АГРО-КОНТУР"	Озера Челябинской области	Промораживание в отстойниках	Органические удобрения, почвосмеси, грунты	2000 м ³ /год	9000 руб.
ООО "Гео-СпецСтрой"	Озеро Кайволы-Куль, Тюменская область	Добыча с помощью земснаряда; Обезвоживание в геотубах, (89-94% до 60%)	Сыпучий сапропель, пастообразный сапропель, сапропель таблетированный, комбинированные органоминеральные смеси	120 000 т/год	пастообразный 8000 руб.; сыпучий 15000-17000 руб.; таблетированный 15000 руб./1000 шт.
ООО "РУСЭКО ОРГАНИКС"	Озера Чувашской и Марийской республик	Добыча с помощью земснаряда; Обезвоживание в геотубах	Таблетированный сапропель, подкормка для птиц и животных, органоминеральное удобрение	- (ввод в эксплуатацию в 2020 г.)	пастообразный 9000 руб.; таблетированный 15000 руб./1000 шт.
ООО "Эковектор"	озеро Белое, Новосибирская область	Добыча с помощью земснаряда; Отстаивание; Гранулирование	Кормовые добавки	10 000 т/год	-

Известно изобретение в области производства и применения дорожно-строительных материалов. Активированный сапропель добавляется в асфальтобетонную смесь, при строительстве автомобильных дорог, аэродромов и мостов. Прочность такого асфальтобетона примерно в 1,5 – 3 раза выше, по сравнению с другими известными асфальтобетонными смесями [8].

На настоящий момент наиболее дешевым и технологичным способом разработки сапропелевых месторождений является гидромеханизированный способ, при котором сапропель добывают с помощью земснаряда [9]. В зависимости от условий месторождения для добычи могут использовать землесосную станцию, экскаватор, грейферный снаряд или земснаряд с погружным грунтовым насосом [10]. Транспортировка обводненного сапропеля к береговым отстойникам осуществляется с помощью напорного или в редких случаях самотечного пульпопроводов.

В настоящее время сложности, связанные с переработкой сапропеля, заключаются в необходимости его обезвоживания. Влажность органических сапропелей достигает 92-96%,

минерализованных – 72-92%, сапропель практически не фильтруется [11]. Выбор способа обезвоживания зависит от состава и свойств сапропеля, от вида производимой предприятием продукции.

Методы обезвоживания

На данный момент разработана и внедрена в производство целая гамма методов обезвоживания сапропеля, среди которых наиболее часто встречаются центрифугирование и фильтрация.

Центрифуги осадительного типа для обезвоживания сапропеля коллоидной структуры не пригодны. Устройства данного типа отличаются сложностью и низкой надежностью конструкции, поэтому для обезвоживания сапропелей наибольшее распространение получили центрифуги фильтрующего типа [12-17].

Обезвоживание в центрифуге [12] (рис.1) происходит под действием центробежных сил, которые возникают при вращении конического ротора вокруг своей оси и вокруг оси прецессии, которая находится под углом к оси ротора.

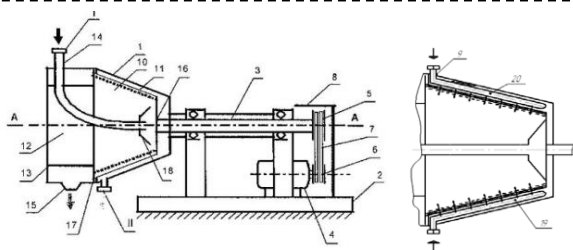


Рисунок 1. Центрифуга для обезвоживания компонентов кормов [12]

1 – корпус; 2 – сварная рама; 3 – приводной вал; 4 – электродвигатель; 5, 6 – шкивы; 7 – ремень; 8 – кожух; 9 – трубы для подачи горячего пара или воздуха; 10 – перфорированный ротор; 11 – фильтрующий элемент; 12 – крышка; 13 – зажимы; 14 – труба для подачи суспензии; 15 – окно для выгрузки твердой основы материала; 16 – ступица; 17 – фланец; 18 – стакан для равномерного распределения потока по образующей ротора; 19 – насадки для очистки фильтрующего элемента от твердых частиц.

Известна фильтрующая центрифуга для обезвоживания сапропеля (рис. 2) [14, 15].

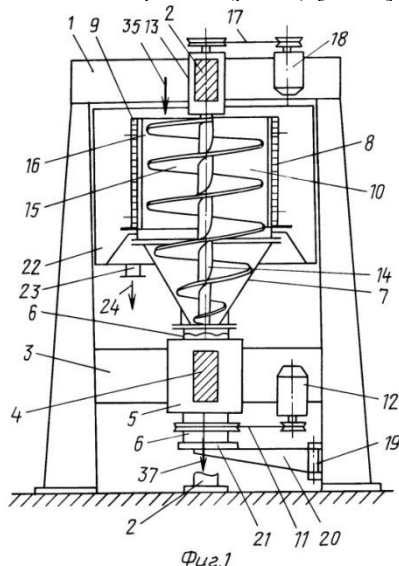


Рисунок 2. Фильтрующая центрифуга для обезвоживания сапропеля [15]

1, 2 – стойки; 3, 4 – поперечники; 5 – подшипниковый узел; 6, 7, 8 – нижняя, средняя, верхняя части ротора; 9 – отверстия; 10 – фильтрующий блок; 11 – клиноремennая передача; 12 – двигатель; 13 – подшипниковый узел; 14 – вертикально ориентированный вал; 15 – винтовые лопасти; 16 – зазор; 17 – клиноремennая передача; 18 – двигатель; 19 – шарнирный узел; 20 – кронштейн; 21 – клапан; 22 – кожух; 23 – патрубок; 24 – отвод фугата; 35 – съемные заслонки; 37 – разгрузка обезвоженного сапропеля.

Сапрпель проходит через фильтрующий элемент, который находится на внутренней поверхности конического ротора. Отделенная влага стекает по стенкам корпуса и вытекает из аппарата, обезвоженный сапрпель перемещается по поверхности ротора к окну выгрузки [12].

В данной установке сапрпельная пульпа подается во внутреннюю полость верхней части цилиндрического ротора. При вращении ротора и вала шнека в одном направлении, но с разной угловой скоростью, сапрпельная пульпа, попадая на лопасти шнека, под действием центробежных сил отбрасывается на внутреннюю поверхность цилиндрической части ротора. Сапрпельная масса движется в нижнюю цилиндрическую часть ротора за счет давления, создаваемого лопастями шнека, и удаляется из аппарата. Содержащаяся в пульпе вода проходит через фильтрующие элементы и выбрасывается за пределы ротора в кожух через отверстия, затем удаляется из центрифуги.

Степень обезвоживания сапрпеля в фильтрующих центрифугах составляет порядка 85 % [18].

Для обезвоживания сапрпеля может использоваться инерциод [19]. Аппарат представляет собой коническую корзину в виде усеченного конуса, которая имеет ребра жесткости. На ребра жесткости прикреплен нетканый фильтр сверху обтянутый сеткой. Нетканый фильтр при вращении пропускает жидкую фракцию (воду). Сапрпель подается на дно корзины, далее под действием сил инерции поднимается по образующей ткани, теряя при этом воду. Достигнув верхнего края, сапрпель выталкивается наружу с помощью ребер жесткости. Основное влияние на эффективность работы инерциода оказывает угол наклона корзины относительно вертикальной оси и скорость вращения корзины [20]. Степень обезвоживания сапрпеля достигает 64%.

Также известны машины для обезвоживания сапрпеля [21, 22] и комплексы для снижения влагосодержания сапрпеля [23, 24], в которых обезвоживание происходит за счет гигроскопического эффекта пористого материала незамкнутой капиллярной структуры. Все эти технологические аппараты включают в себя загрузочное и разгрузочное устройства, замкнутую на приводном и натяжном барабанах гибкую ленту, над которой последовательно установлены водоотделители. В данном случае водоотделитель представляет из себя барабан, который обтянут слоем пористого материала. В аппаратах данного типа удаляется до 85 % влаги от исходной массы пульпы, на выходе влажность сапрпеля составляет 74-91%.

Принцип действия можно рассмотреть на примере комплекса для снижения влагосодержания сапрпеля [23] (рисунок 3).

Сапрпель тонким слоем подается на верхнюю ветвь гибкой ленты. Продвигаясь с лентой, сапрпель взаимодействует с водоотделителем, который представляет из себя ленту, покрытую пористым материалом незамкнутой капиллярной структуры. Обезвоживание происходит за счет гигроскопического эффекта, проявляющегося при циклическом сжатии и восстановлении пористого материала. Обезвоженный сапрпель сбрасывается с ленты в приемное устройство и передается на дальнейшую переработку или сушку.

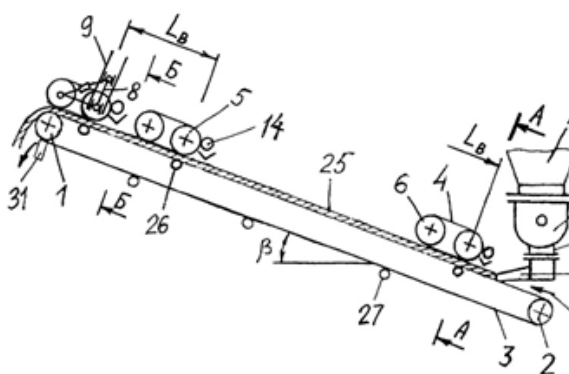


Рисунок 3 – Комплекс для снижения влагосодержания сапропеля [23]

1, 2 – приводной и натяжной барабаны; 3 – гибкая плоская лента; L_b – водоотделители; 4 – бесконечная гибкая лента; 5, 6 – барабаны; 7 – слой пористого материала; 8 – первое звено шарнирного трехзвенника; 9 – направляющие; 10 – второе звено шарнирного трехзвенника (связывает оси барабанов 5 и 6); 11 – третье звено; 12 – винтовые стяжки; 13 – цепная передача; 14 – отжимной ролик; 20 – целевой дозатор; 21 – разгрузочный патрубок; 22 – шнек; 23 – контактный чан; 25 – слой сапропеля; 26, 27 – роликовые опоры; 31 – скребковый очиститель; 32 – направление движения верхней ветви ленты.

Обогащенный водой слой пористого материала набегает на отжимной ролик, вода попадает в наклонный желоб, а затем в сливную трубу. Устройства [21, 22, 24] отличаются от описанного механизированного комплекса наличием устройства подачи нагретого до 50-60°C воздуха в корпус аппарата, углом наклона ленты, возможностью регулировать давление водоотделителя на ленту с тонким слоем сапропеля и др.

Известна технология обезвоживания сильно обводненных суспензий (илов) [25] в геотекстильных контейнерах Geotube [26], которая широко используется в Европе и США. Изготовлением контейнеров Geotube занимаются голландская компания TenCate, имеющая большой опыт в изготовлении тканей для промышленных целей, индийская компания КК Enviro и китайская компания Geotrst, производящие геотубы из натуральных волокон, и другие [27, 28]. Суть технологии заключается в заполнении контейнера пульпой и ожидании схода свободной воды. После схода свободной воды производится его последующая подкачка (от 1 до 5 раз) [29,30]. Для обезвоживания тонких илов необходимо добавить флокулянты, которые улучшают процессы водоотдачи [31]. Уменьшение объема достигает 90 %, на выходе влажность суспензий (илов) составляет около 66 %.

Известно изобретение, относящееся к сельскому хозяйству, которое включает в себя емкость (геотубу) из прочного фильтрующего материала, выполненную в виде рукава и устройства для подачи сапропеля. После заполнения

емкости сапропелем естественной влажности, следует его промораживание и оттаивание в естественных условиях в определенном диапазоне температур, затем сушка в сушильной камере до 60 % влажности [32]. Известно, что предварительное промораживание улучшает процесс водоотдачи [33]. После промораживания сапропель становится рыхлым и легко фильтруется [34].

Для получения органо-минеральных удобрений используют технологию гранулирования сапропеля, которая включает в себя подготовительные процессы (сушку, измельчение, смешивание с минеральными компонентами) и непосредственно грануляцию (таблетирование, окатывание). Полученные гранулы сушат и фасуют [35].

Существует также технология производства почвообразующего удобрения. В его состав входят два основных компонента: высушенный торф (влажность 27 %) и сапропель естественной влажности (85% - 97%) [36]. Преимуществом этой технологии является отсутствие длительной сушки сапропеля, но обезвоживание торфа – энергозатратный и длительный процесс [37,38,39].

В зависимости от вида производимой продукции водно-физические свойства сапропеля могут отличаться, что определяет структуру комплекса технологических операций предварительного обезвоживания.

Выводы

На территории Российской Федерации добычей и переработкой сапропеля, несмотря на огромное количество месторождений этого уникального экологически чистого природного сырья, занимается ограниченное количество предприятий, из чего следует, что в нашей стране производство высоколиквидных продуктов на основе сапропеля не получает должного внимания.

Проведенные поисковые исследования технологий и механических средств по обезвоживанию сапропелей показали, что техническое обеспечение процессов обезвоживания далеко от совершенства. Существующие технологии и устройства [13-17] основаны на использовании механизма фильтрации, при этом известно, что сапропель практически не фильтруется. Следовательно, технически не обеспечивается высокая эффективность процессов добычи сапропеля.

Зачастую предприятия, занимающиеся добычей и переработкой сапропеля, используют малоэффективную технологию сушки, процесс которой занимает длительное время (весь летний сезон). Помимо того, что под сушку сапропеля отводятся значительные площади, во время длительной сушки происходит его загрязнение семенами растений, что влечет снижение товарных свойств готовой продукции [36].

Основой для создания оборудования по обезвоживанию сапропеля могут послужить комплекс для обезвоживания сапропеля [23], машины для обезвоживания сапропеля [21,22] и

машина для снижения влагосодержания сапропеля [24], так как в них обезвоживание происходит за счет гигроскопического эффекта пористого материала незамкнутой капиллярной структуры.

Целью дальнейших научных исследований является синтез конструкции машины по обезвоживанию сапропеля на новых технических принципах, определение конструктивных параметров и режимов работы оборудования по обезвоживанию сапропеля, определение толщины слоя пористого материала незамкнутой капиллярной структуры, величины давления водоотделителя на ленту со слоем сапропеля, количества компрессионных циклов, стадий, а также проверка необходимости подвода дополнительной энергии (тепла).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сапропелевые месторождения [Электронный ресурс] // Выявленные запасы URL: <http://rus-sapropel.ru/index.php> (дата обращения 06.03.2020);
2. Удобрения органические. Сапропели [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 54000-2010, Национальный стандарт Российской Федерации (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 30.11.2010 № 590-ст). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Семенова З. В. Потенциальные возможности сапропелей в решении продовольственных проблем // Вестник ИрГТУ – 2011. - №8 (55). – с. 154-161;
4. Baksiene E., Janusiene V. The effects of calcareous sapropel application on the changes of NaplicLuvisols chemical properties and crop yield. *Plant, Soil and Environment* 2006, pp. 539-544;
5. Патент РФ № 2009126329/04, 20.01.2011. Николаева Л. А. Связующая композиция для изготовления топливных брикетов. 2009;
6. Николаева Л. А. Разработка и структурные исследования окускованного топлива из угольных отходов // Отходы и ресурсы: элетрон. науч. журн. 2017, № 4, Том 4. – с. 1-12. URL: <https://resources.today/PDF/06RRO417.pdf> (дата обращения: 16.03.2020);
7. Удобрения органические. Сапропели [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 54000-2010, Национальный стандарт Российской Федерации (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 30.11.2010 № 590-ст). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»
8. Семенова З. В. Потенциальные возможности сапропелей в решении продовольственных проблем // Вестник ИрГТУ – 2011. - №8 (55). – с. 154-161;
9. Baksiene E., Janusiene V. The effects of calcareous sapropel application on the changes of NaplicLuvisols chemical properties and crop yield. *Plant, Soil and Environment* 2006, pp. 539-544;
10. Патент РФ № 2009126329/04, 20.01.2011. Николаева Л. А. Связующая композиция для изготовления топливных брикетов. 2009;
11. Николаева Л. А. Разработка и структурные исследования окускованного топлива из угольных отходов // Отходы и ресурсы: элетрон. науч. журн. 2017, № 4, Том 4. – с. 1-12. URL: <https://resources.today/PDF/06RRO417.pdf> (дата обращения: 16.03.2020);
12. Хименков И. А., Шестопалов И. С. Центрифуга для обезвоживания компонентов кормов // Вестник Курганской ГСХА. – 2013. - № 2. – с. 61-62;
13. Патент РФ № 202120558/05, 27.11.2012. Фоминых А. В. Центрифуга. 2012, Бюл. № 33;
14. Патент РФ № 2002130104/12, 10.06.2005. Тарасов Ю. Д., Рыжих А. Б., Прялухин А. Ф. Фильтрующая центрифуга для обезвоживания сапропеля. 2002;
15. Патент РФ № 2002130104/12, 10.07.2004. Тарасов Ю. Д., Рыжих А. Б., Прялухин А. Ф. Фильтрующая центрифуга для обезвоживания сапропеля. 2002;
16. Патент РФ № 2009140450, 27.04.2011. Фоминых А. В. Центрифуга прецессионная. 2010 Бюл. № 31;
17. Kloeckner H. D. Patent GB № 19810028287, 31.03.1982. A method of dewatering slurry;
18. Фильтрующая центрифуга непрерывного действия для вязких сред (сапропель) [Электронный ресурс] // Центрифуги URL: <http://circulate.ru/> (дата обращения 03.03.2020)
19. Игнатенков В. Г., Шлапаков В. В., Иванов Е. А. Инерциоид для быстрого обезвоживания сапропеля // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. - № 3 (173). – с. 166-170;
20. Игнатенков В. Г., Тельпук М. Б., Лаппо Е. Л., Шлапаков В. В. и др. Исследование центробежного инерционного обезвоживателя сапропеля естественной влажности // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. - № 4 (174). – с. 161-165;
21. Патент РФ № 2003114570/12, 27.03.2005. Тарасов Ю. Д., Рыжих А. Б., Прялухин А. Ф. Машина для обезвоживания сапропеля. 2003;
22. Патент РФ № 2007110467/12, 20.10.2008. Тарасов Ю. Д. Машина для обезвоживания сапропеля. 2007;
23. Патент РФ № 2002122920/12, 10.08.2004. Тарасов Ю. Д., Рыжих А. Б., Прялухин А. Ф. Комплекс для снижения влагосодержания сапропеля. 2002;
24. Патент РФ № 2007109582/12, 20.10.2008. Тарасов Ю. Д. Машина для снижения влагосодержания сапропеля. 2007;
25. Khachan M. Bhatia M. S. The efficacy and use of small centrifuge for evaluating geotextile tube dewatering performance. *Geotextiles and Geomembranes*. Volume 45, Issue 4. 2017, pp. 280-293;
26. Аджиенко В. Е. Технология и контейнеры Geotube – Новый процесс обезвоживания с

известными преимуществами // Национальный каталог «Техника и технологии ЖКХ» приложение к журналу «ЖКХ: журнал для руководителя и главного бухгалтера». - 2009. - №1. - 1 с.;

27. Jahan I. et al. Using a geotextile with flocculated filter backwash water and its impact on aluminium concentrations. *Geotextiles and Geomembranes*. Volume 46, Issue 6. 2018, pp. 759-769;

28. Sivoney F. S. et al. Natural fibres for geotextiles. *Handbook of Natural Fibres (Second Edition)*. Volume 2: Processing and Applications. 2020, pp. 499-530;

29. Sivakumar Babu G., Reddy K., De A., Datta M. (Eds.) Sustainable management of dredged sediments and waste using geotextile tube dewatering systems, *Geoenvironmental Practices and Sustainability. Developments in Geotechnical Engineering*, Springer, Singapore (2017)

30. Fanous M., Lake C.B., Gagnon G.A. Examining the use of geotubes for removing aluminum in water treatment backwash water. *Proceedings of the 2014 Canadian Society for Civil Engineering Annual Conference*, Halifax, Canada (2014)

31. Guo W., Chu J., Zhou B. Model tests on methods to improve dewatering efficiency for sludge-inflated geotextile tubes *Geosynth. Int.*, 22 (5) (2015), pp. 380-392

32. Патент РФ № 2011122535/13, 10.06.2013. Дементьев В. А., Маклаков А. И. Способ обезвоживания сапропеля при получении сапропелевого продукта и устройство для его осуществления. 2011;

33. Керечанина, Е. Д. Приемы обезвоживания сапропелей и процессы их минерализации:

на примере сапропелей Псковской области: Автореф. дис. канд. сельск. хоз. наук. - ФГОУ ВПО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, 2011. - 23 с.;

34. Патент РФ № 94027709/26, 22.07.1997. Марков В. П., Никитский В. П., Воротицин А. В., Кузьменко А. А. и др. Способ обезвоживания коллоидных сапропелевых суспензий. 1994;

35. Бабенко С. А. Семакина О. К., Бокуцова К. П., Лиханова О. В. Разработка технологии гранулирования органо-минеральных удобрений на основе озерных сапропелей // *Известия Томского политехнического университета*. - 2005. - №1. - с. 119-122;

36. Дементьев В. А., Штин С. М. Промышленная добыча сапропеля уже в России // *Гидротехника*. - 2019. - № 1. - с. 64-66;

37. Kremcheev E. A., Nagjrnov D. O., Kremcheeva D. A. Changing hydraulic conductivity after rupturing native structure of peat under limited evaporation conditions. *Lecture Notes in Earth System Sciences*. 2020, pp. 233-256;

38. Тарасов Ю. Д., Рыжих А. Б., Прялухин А. Ф. Перспективы создания высокоэффективного комплекса для снижения влагосодержания тонко- и грубодисперсных сапропелей // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. - 2005. - №1. - с. 278-279;

39. Dmitrieva E., Efimova E., Siundiukova K., Perelomov L. Surface properties of humic acids from peat and sapropel of increasing transformation *Environmental Chemistry Letters*, 13 (2015), pp. 197-202

Tatiana G. Utenkova, Postgraduate, **Eldar A. Kremcheev**, D.Sc. in Engineering, Associate Professor, **Dmitry S. Gromyka**, Postgraduate, **Olga Yu. Korotkova**, Postgraduate

St. Petersburg Mining University, 2, 21st Line, St Petersburg 199106, Russia

METHODS OF DEHYDRATION OF SAPROPEL

Abstract: *The Russian Federation has huge reserves of lake sapropel. There are about 50 thousand deposits in our country, and the identified reserves amount to more than 200 billion cubic meters of natural humidity (92-98%).*

The greatest use of sapropel is in agriculture as natural fertilizers, and is also actively used in construction, medicine, chemical industry, etc. The need to develop sapropel deposits is also due to the natural processes of silting lakes. So, extracting lake sapropel, we get environmentally friendly raw materials and provide cleaning of reservoirs, which are sources of fresh water and recreational facilities.

The main reason for the limited use of sapropel is its high natural humidity. Having a fine colloidal structure, sapropel is practically not filtered, so the processes of its dehydration in natural conditions are labor-intensive, and attempts to artificially remove moisture are energy-consuming.

This paper presents the analysis of existing shop and field methods and technical solutions for sapropel dewatering.

Keywords: *sapropel, extraction, dehydration, application, centrifuge, machine for dehydration, gyroscopic effect, porous material, geotube.*

Article info: received August 3, 2020

DOI: 10.26730/1816-4528-2020-4-45-52

REFERENCES

1. Sapropelyemestorozhdeniya [Sapropel deposits], available at: <http://rus-sapropel.ru/index.php> (accessed 06.03.2020);
2. Udobreniyaorganicheskie. Sapropeli [Elektronnyiresurs]: GOST R 54000-2010, Natsional'nyistandardRossiiskoiFederatsii (utv. ivveden v deistviePrikazomRosstandartaot 30.11.2010 № 590-st). Dostupizsprav.-pravovoisistemy «Konsul'tant-Plyus».
3. Semenova Z. V. The potential of sapropels in solving food shortages. *VestnikIrGTU*. 2011, №8 (55), pp. 154-161. [Rus];
4. Baksiene E., Janusiene V. The effects of calcareous sapropel application on the changes of HaplicLuvisols chemical properties and crop yield. *Plant, Soil and Environment* 2006, pp. 539-544;
5. Nikolaeva L. A., Burenina O. N., Popov S. N., Kopylov V. E. Patent RU 2 515 840 C1, 25.12.2012. [Rus];
6. Nikolaeva L. A. Development and structural studies of agglomerated coal waste fuel. *Otkhodyiresursy: elektron. nauch. zhurn*. 2017, № 4, Tom 4. available at: <https://resources.today/PDF/06RRO417.pdf> (accessed 16.03.2020);
7. Vincevica-Gaile Z. et al. Granulation of fly ash and biochar with organic lake sediments – A way to sustainable utilization of waste from bioenergy production. *BiomassandBioenergy*. Volume 125. 2019, pp. 23-33;
8. Nikolaeva L. A. Patent RU 2009 126 329 A, 08.07.2009. [Rus];
9. Gorbachev E.V. The mining of lake sapropel with the use of non-segregational technology storage // *Gornyjinformacionno-analiticheskijbyulleten'* (nauchno-tekhnicheskijzhurnal). – 2006. - №1 (tom 8) . – 9 p.
10. Kremcheev E. A. Special features of a structure of technical operations for peat excavation with stage dewatering, *ZapiskiGornogoInstituta*. T. 231. 2018, pp. 225-234. [Rus];
11. Shtin S. M. Ozernyesapropeliikhkompleksnoeosvoenie [Lake sapropel and complex exploration of lake sapropel], Moscow, Progress, 2005, 373 p. [Rus];
12. Khimenkov I. A., Shestopalov I. S. Centrifuge for dewatering feed components // *VestnikKurganskoiGSKhA*. – 2013. - № 2. – s. 61-62. [Rus];
13. Fominykh A. V. Patent RU 122313, 17.05.2012. [Rus];
14. Tarasov Yu. D., Ryzhikh A. B., Pryalukhin A. F. Patent RU 2 253 513 C2, 10.11.2002. [Rus];
15. Tarasov Yu. D., Ryzhikh A. B., Pryalukhin A. F. Patent RU 2002 130 104 A, 10.11.2002. [Rus];
16. Fominykh A. V. Patent RU 96033 U1, 02.11.2009. [Rus];
17. Kloeckner H. D. Patent GB № 19810028287, 31.03.1982. A method of dewatering slurry;
18. Fil'truyushchayatsentrifuganepriyvogo-deistviyadlyavyazkikhsred (sapropel') [Continuous-action filtration centrifuge for viscous fluid], available at: <http://circulate.ru/> (accessed 03.03.2020)
19. Ignatenkov V. G., Shlapakov V. V., Ivanov E. A. Inertioid for quick dehydration of sapropel, *VestnikAltayskogosudarstvennogoagrarnogo universiteta*. 2019, № 3 (173), pp. 166-170. [Rus];
20. Ignatenkov V. G., Tel'puk M. B., Lappo E. L., Shlapakov V. V. idr. The study of centrifugal inertial dehydrator of sapropel with natural moisture content, *VestnikAltayskogosudarstvennogoagrarnogouniversiteta*. 2019, № 4 (174), pp. 161-165. [Rus];
21. Tarasov Yu. D., Ryzhikh A. B., Pryakhulin A. F. Patent RU 2 248 957 C2, 15.05.2003. [Rus];
22. Tarasov Yu. D. Patent RU 2 336 255 C1, 15.03.2007. [Rus];
23. Tarasov Yu. D., Ryzhikh A. B., Pryalukhin A. F. Patent RU 2 233 805 C2, 26.08.2002. [Rus];
24. Tarasov Yu. D. Patent RU 2 336 256 C1, 21.03.2007. [Rus];
25. Khachan M. M., Bhatia S. K. The efficacy and use of small centrifuge for evaluating geotextile tube dewatering performance. *Geotextiles and Geomembranes*. Volume 45, Issue 4. 2017, pp. 280-293;
26. Adzhienko V. E. Geotube Technology and Containers - A New Dehydration Process with Known Benefits, *Natsional'nyikatalog «TekhnikaitekhologiiZhKKh» prilozhenie k zhurnalu «ZhKKh: zhurnal dlyarukovoditelyaiglavnogobukhgaltera»*. 2009, №1, 1 p. [Rus];
27. Jahan I. et al. Using a geotextile with flocculated filter backwash water and its impact on aluminium concentrations. *Geotextiles and Geomembranes*. Volume 46, Issue 6. 2018, pp. 759-769;
28. Sivoney F. S. et al. Natural fibres for geotextiles. *Handbook of Natural Fibres (Second Edition)*. Volume 2: Processing and Applications. 2020, pp. 499-530;
29. Sivakumar Babu G., Reddy K., De A., Datta M. (Eds.) Sustainable management of dredged sediments and waste using geotextile tube dewatering systems, *Geoenvironmental Practices and Sustainability. Developments in Geotechnical Engineering*, Springer, Singapore (2017)
30. Fanous M., Lake C.B., Gagnon G.A. Examining the use of geotubes for removing aluminum in water treatment backwash water. *Proceedings of the 2014 Canadian Society for Civil Engineering Annual Conference, Halifax, Canada (2014)*
31. Guo W., Chu J., Zhou B. Model tests on methods to improve dewatering efficiency for sludge-inflated geotextile tubes *Geosynth. Int.*, 22 (5) (2015), pp. 380-392
32. Dement'ev V. A., Maklakov A. I. Patent RU 2 484 074 C2, 03.06.2011. [Rus];
33. Kerechanina, E. D. Priemyobezvozhivaniyasapropeliiptsessyikhmineralizatsii: napri-meresapropeliiPskovskoioblasti [Methods for dehydration of sapropels and the processes of their mineralization: sapropels of the Pskov region]: PhD

thesis, VelikyLuky, VelikyLuky State Agricultural Academy, 2011. 23 p. [Rus];

34. Markov V. P., Nikitskii V. P., Vorotipin A. V., Kuz'menko A. A. Patent RU 2 075 459 C1, 22.07.1997. [Rus];

35. Markov V. P., Nikitskii V. P., Vorotipin A. V., Kuz'menko A. A. Patent RU 2 075 459 C1, 22.07.1997. [Rus];

36. Dement'ev V. A., Shtin S. M. Industrial production of sapropel is already Russia, *Gidrotekhnika*. 2019, № 1, pp. 64-66. [Rus];

37. Kremcheev E. A., Nagjrnov D. O., Kremcheeva D. A. Changing hydraulic conductivity after rupturing native structure of peat under limited evaporation conditions.

LectureNotesinEarthSystemSciences. 2020, pp. 233-256;

38. Tarasov Yu. D., Ryzhikh A. B., Pryalukhin A. F. Prospects for creating a highly effective complex to reduce the moisture content of finely dispersed and coarsely dispersed sapropel. *Gornyi-informatsionno-analiticheskiybulleten'* (nauchno-tekhnicheskii zhurnal). 2005, №1, pp. 278-279. [Rus].

39. Dmitrieva E., Efimova E., Siundiukova K., Perelomov L. Surface properties of humic acids from peat and sapropel of increasing transformation *Environmental Chemistry Letters*, 13 (2015), pp. 197-202

Библиографическое описание статьи

Утенкова Т.Г., Кремчев Э.А., Громыка Д.С., Короткова О.Ю. Способы обезвоживания сапропеля // *Горное оборудование и электромеханика* – 2020. – № 4 (150). – С. 45-52.

Reference to article

Utenkova T.G., Kremcheev E.A., Gromyka D.S., Korotkova O.Yu. Methods of dehydration of sapropel. *Mining Equipment and Electromechanics*, 2020, no.4 (150), pp. 45-52.