

УДК 622.331: 53.937:628.336.73

С.М. Штин

ПРИМЕНЕНИЕ ТОРФА КАК ТОПЛИВА ДЛЯ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Расширение использования местных видов топливно-энергетических ресурсов, включая торф, являются одним из приоритетных направлений энергетической стратегии России на перспективный период. Ориентиры (индикаторы) расширения использования торфа включены в раздел "Использование возобновляемых источников энергии и местных видов топлива" Энергетической стратегии России на период до 2030 года.

Исходя из актуальности и стратегии" развития топливно-энергетического комплекса была поставлена цель - разработать геозоологическое обоснование использования торфяных ресурсов в качестве топлива.

Ключевые слова: торф, обводненное месторождение, торфяные пожары, гидромеханизированная технология, механическое обезвоживание пульпы, сушка торфа, производство прессованной продукции, упаковка, транспорт, местное торфяное топливо энергетического назначения, экономика.

Торф – горючее полезное ископаемое растительного происхождения, предшественник генетического ряда углей. По определению торф является органической горной породой, содержащей не более 50% золы, образовавшейся в результате биохимического распада болотных растений в условиях повышенной обводненности и дефицита кислорода. От ближайшей горной породы в ряде каустобиолитов – бурых углей по физическим свойствам он отличается повышенным содержанием влаги, рыхлой структурой, низкой плотностью, а химическим – наличием широкого класса органических водорастворимых и легкогидролизуемых соединений, гуминовых кислот, сахаров, битумов, гемицеллюлоз и целлюлозы.

С современных представлений физикохимической механики природных дисперсных систем торф представляет сложную многокомпонентную, многофазную, полидисперсную полу-

коллоидно-высокомолекулярную систему с признаками полиэлектролитов и микромозаичной гетерогенности.

Россия обладает крупнейшими в мире запасами торфа, причем на ее долю приходится 47 % от всех мировых запасов торфяного сырья. В то же время по производству и потреблению топливного торфа Россия занимает только третье место после Финляндии и Ирландии. Сопоставимые показатели потребления энергетического торфа в ведущих торфодобывающих странах мира табл. 1.

Торф относится к возобновляемым природным ресурсам. Обычно скорость накопления торфа находится в пределах 0,5-1,0 мм/год, хотя на отдельных заболоченных территориях достигает уровня 5-7 мм/год. В масштабе России валовой ежегодный прирост торфа на болотах достигает внушительной величины - 252 млн т (в 50 раз выше уровня годовой добычи). Типичный стратиграфический разрез залежи торфяного месторождения показан на рис. 1.

Таблица 1
Потребление энергетического торфа в ведущих торфодобывающих странах мира

Страна	Потребление, млн т	Доля в национальном энергобалансе, %	Доля в мировом потреблении торфа, %
Финляндия	8,1	11,0	37,4
Ирландия	4,8	15,3	22,2
Россия	3,2	0,2	14,9
Белоруссия	2,7	4,1	12,3
Швеция	0,9	0,7	4,0
Украина	0,8	0,2	3,5

Торф как местный вид топлива

Технология перевода небольших газовых и мазутных котельных на местное топливо получает все более широкое распространение в мире по мере роста цен на ископаемое углеводородное топливо. Наиболее интенсивно данное направление развивается в странах, имеющих значительный запас торфяных болот, к числу которых относятся страны северной части Европы: Швеция, Норвегия, Дания, Финляндия, а также в бывших странах советской Прибалтики.

Возврат к торфу - это не возврат в прошлое, а разумный подход к экономике и экологии. КПД современных малых котлов на местном топливе достигает 90 %. Потери тепла и затраты электроэнергии при транспортировке теплоносителя сводятся к минимуму.

В России тысячи населенных пунктов находятся вдали от источников электроснабжения. Завоз топлива в эти регионы требует колоссальных затрат, и в то же время они обладают значительными запасами местного топлива - торфа.

В коммунальной энергетике России практически всех регионов в основном используются привозное твердое топливо, мазут, дизтопливо, в последние годы идет усиленное развитие системы газоснабжения и перевод котельных, причем без модернизации котлов, на газ. Подобный переход значительно снижает коэффициент полезного действия котельных, ведет к перерасходу газообразного топлива, что в свою очередь также приводит к увеличению энергетической составляющей тарифа. Поэтому обеспечение потребностей коммунальных потребителей как электрической, так и тепловой энергией на базе мини-ТЭЦ, использующих в качестве топлива местные виды энергоресурсов - дрова, торф и другие, представляется реальной альтернативой существующему положению, способной к тому же значительно улучшить экологическую обстановку.

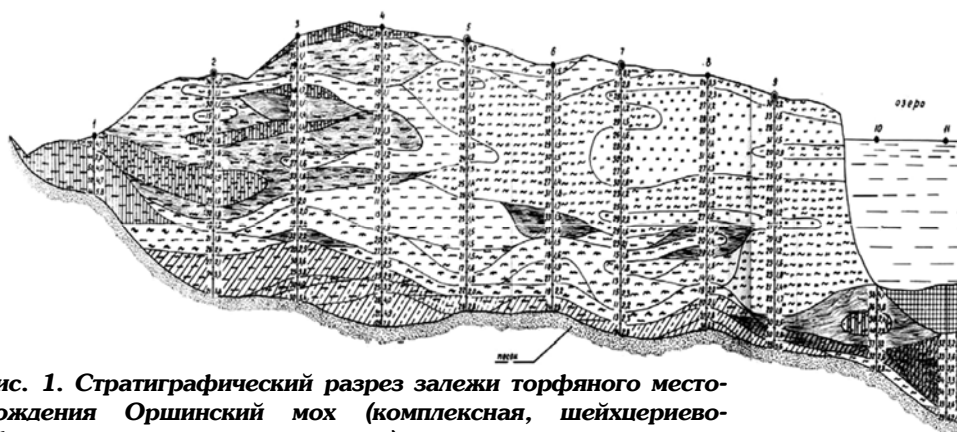


Рис. 1. Стратиграфический разрез залежи торфяного месторождения Оршинский мох (комплексная, шейхцериево-сфагновая и магелланикум-залежь)

Кроме того, для регионов весьма важно и то, что увеличение использования местных видов топлива предусматривает создание новых рабочих мест, повышает социальный уровень населения, обеспечивает рост налогооблагаемой базы, денежные средства, направляемые на закупку топлива, остаются в регионе.

Сравнение цен на торфяное топливо с ценами на другие виды топлива свидетельствует о преимуществе торфа. Например, для северных районов России, если принять стоимость на торф за 100 %, цена на кузнецкий уголь составит более 190 %, на воркутинский уголь – 130–185 %, на мазут топочный – 180–252 %. Стоит отметить: запасы природного газа и нефти ограничены, а потому цены на природный газ на внутреннем рынке растут опережающими темпами. Поэтому не только экологически, но и экономически более целесообразно использовать торфяное топливо в системе децентрализованных котельных ЖКХ. Задача вовлечения в хозяйственный оборот местных энергетических ресурсов, и в частности торфа как доступного, дешевого и экологически чистого вида топлива, становится очень актуальной для оптимизации топливного баланса России. На это указал и Президент России на совещании по электроэнергетике 20 октября 2006 года Он заявил о том, что в стране не хватает энергетических мощностей для собственного развития и дефицит электроэнергии ограничивает рост ВВП.

Таким образом, в целом ряде регионов страны местные биоресурсы на основе торфа способны на длительную перспективу обеспечить выполнение социально значимой задачи стабильного тепло- и энергообеспечения объектов жилищно-коммунального хозяйства муниципальных образований, сельских поселений, в том числе на базе мини-ТЭЦ.

Экология и торфяное топливо

Использование торфа в качестве топлива при его сжигании более экологически безопасно, чем уголь, мазут и сланец. Так, при замене угля сланцев и мазута на торф, снижение загрязнения атмосферного воздуха выбросами оксидов серы происходит по сравнению с углем в 4–24 раза (в зависимости от зольности и угольного бассейна), сланцем – в 9 раз, мазутом – в 6 раз. Выброс твердых взвешенных частиц снижается в 2–19 раз по сравнению с углем и в 36 раз по сравнению со сланцем. Оставшаяся от торфа зола прекрасно утилизируется как удобрение. При сжигании торфа, даже в несовершенных для этой цели котельных, канцерогенный бензапирен практически отсутствует по сравнению с мазутом и углем. Выбросы оксидов углерода полностью компенсируются его аккумуляцией торфяно-болотными экосистемами.

Таким образом, Россия даже частично при переводе на этот вид биологического топлива будет выполнять подписанный ею Киотский протокол. Следует подчеркнуть и тот факт, что при этом отсутствует другая экологическая проблема - загрязнение почвы тяжелыми металлами (кадмием, ванадием, никелем, цинком и др.). Помимо этого решается вопрос утилизации торфяной золы, поскольку она является хорошим минеральным удобрением, содержащим необходимые микроэлементы для роста сельскохозяйственных растений. При сравнении с традиционными для России биоресурсами - дровами, следует иметь в виду такой важный аргумент, что разработка 1 га торфяного месторождения на топливо спасает от вырубки от 50 до 100 га леса.

Политическая составляющая современности и торфяные пожары

За последние полтора-два года произошло множество событий, изменивших мышление по отношению к аль-

тернативным видам топлива со стороны Госдумы, Правительства, первых лиц государства. Госдума в согласовании с Минэнерго подготовила законодательную базу, чтобы создать целую отрасль в стране – малую энергетику. Образован наблюдательный совет при некоммерческом партнерстве РОС-ТОРФ, задача которого в том числе – привлечь власти субъектов Федерации к формированию отраслевых программ с использованием торфа. Согласно задуманному, использование торфа должно составлять 20–25 % в топливном балансе торфодобывающих регионов. Создан Координационный совет по вопросам, связанным с развитием торфяной промышленности. В Координационный совет, образованный приказом Минэнерго России, вошли представители федеральных и региональных органов исполнительной власти, Государственной Думы Российской Федерации, Российского союза промышленников и предпринимателей, торфодобывающих, топливно-энергетических, финансовых и инвестиционных компаний, научно-исследовательских и учебных заведений.

Но на общем положительном политическом фоне развилась очень существенная проблема – это торфяные пожары. Торфяные пожары представляют собой возгорание торфяного болота, осушенного или естественного. Пожары характерны для второй половины лета, когда в результате длительной засухи верхний слой торфа просыхает до относительной влажности 25–30 %. При таком содержании влаги он может загораться и поддерживать горение в нижних, менее сухих слоях. Глубина прогорания торфяной залежи определяется уровнем залегания грунтовых вод. Заглубляясь в нижние слои торфа до минерального грунта или уровня грунтовых вод, горение может распространяться на десятки и сотни

метров от входного отверстия и отличаются устойчивостью горения, которое при заглублении на 1,0×1,5 м не могут ликвидировать даже большие дожди, а торфяная залежь может гореть годами до полного выгорания месторождения.

Торфяные пожары опасны для жизни человека. В результате горения торфа образуются продукты полного и неполного окисления, пиролиза торфа – метан, водород, сажа, дым, которые при сильном ветре могут переноситься на большие расстояния и вызывать новые загорания или ожоги у людей и животных.

Эта сложная ситуация была рассмотрена в Минэнерго России. Своим решением министерство поддержало программу по обводнению торфоразработок и осушенных торфяников в противопожарных целях. Одновременно с реализацией программы по обводнению торфяников была высказана необходимость восстановления добычи торфа с обеспечением пожаробезопасности торфоразработок.

Новые подходы на основе концепции неисчерпаемого природопользования

Начало XXI века – это возрождение комплексного использования торфяных ресурсов на основе концепции неисчерпаемого природопользования, считает академик РАН, доктор технических наук, профессор В.И. Косов. Суть концепции состоит в поиске и реализации биосферно-совместимых (как на глобальном, так и на региональном уровнях) экологически сбалансированных и ресурсосберегающих наукоемких технологий добычи и переработки торфа. Существенную роль на этом этапе будут определять критерии сохранения окружающей природной среды как при освоении торфяно-болотных экосистем, так и при производстве и использовании экологически

чистой продукции, получаемой на основе торфа.

Для научно обоснованного решения данной проблемы необходимо располагать исчерпывающими сведениями о составе и свойствах торфа и торфяных залежей. Совершенствование существующих и разработка новых технологических процессов торфяного производства и направлений комплексного использования торфяных ресурсов, на современном этапе развития науки и техники, требуют дальнейшего глубокого изучения природы торфа, его состава, физико-химических и многих других свойств, а также детального исследования процессов, протекающих при осушении торфяных месторождений, добыче, переработке, обезвоживании и прессовании торфа.

Вскрыть и использовать потенциальные возможности, заложенные в торфе самой природой, направить торф и продукты его переработки на благо человека и охрану окружающей среды особенно сейчас, в период активного воздействия человека на природу – одна из задач специалистов, работающих в области торфа.

Экологическое влияние на окружающую среду существующих технологий добычи торфа

При использовании существующих технологий добычи торфа и производства торфяной продукции негативное влияние на окружающую среду растёт буквально с началом проведения осушительных мероприятий во время подготовки торфяных залежей к эксплуатации за счёт изменения водно-теплового режима. Начинает развиваться нарушение водного баланса прилегающих окружающих территорий, которое со временем простирается на расстояния от 2-4 до 10 км. Развиваются процессы повышенного разложения органического вещества тор-

фа, что способствует выносу продуктов распада дренажными стоками. Растёт содержание кальция в 5 раз, сульфатов — в 3.2 раза, хлоридов — в 40 раз. Среднегодовая минерализация почвенно-грунтовых вод возрастает на 10–30 %. Соответственно изменяются условия развития флоры и фауны. При проведении добычных работ фрезерным способом происходит загрязнение атмосферы мелкодисперсными частицами (торфяной пылью, выхлопными газами двигателей внутреннего сгорания). Развиваются процессы дефляции отфрезерованного торфа, которые зависят скорости ветра. Критическая скорость начала дефляции у поверхности составляет при скорости ветра 1,5–5 м/с, а на высоте 10 м при скорости $v = 5–12$ м/с. Наибольшей эрозийностью обладают частицы торфа диаметром 0,2–0,6 мм. Наиболее опасной скоростью ветра для торфа является $v \geq 15$ м/с, когда возникают пыльные бури. В большей степени эрозии подвержены торф низинного (осоковый, древесностростниковый, когда потери достигают 25–30 т/га за сезон) и верхового (пушицево-сфагановый и магелланикум-торф, потери составляют 2–3 т/га) типов. Пыль также образуется при пневматическом принципе сбора фрезерованного торфа (до 5 % от объёма торфа), при проходе оборудования по отфрезерованному торфу, при перевозках торфа автотранспортом. При хранении торфа на открытых складочных единицах (штабелях) происходит окисление органического вещества торфа и образование углекислого газа.

Эти технологии предполагают использование большого парка разнообразных машин, которые во время работы, кроме этого существующие технологии на всех этапах производства являются пожароопасными.

Современное состояние торфяной промышленности

В энергетике России объем потребления торфяного топлива в 90-е годы составлял 30 млн т, число российских электростанций на торфе приближалось к 80, а мощность их достигала 3800 МВт. Сейчас добыча торфа на топливо составляет 2,5 млн. тонн, которое используется на 11 электростанциях и лишь на 3-х ТЭЦ. В малой теплоэнергетике используется примерно 700 тыс. тонн фрезерного торфа, 200 тыс. т брикета и 100 тыс. т кускового торфа. Удельный вес торфа в общем топливопотреблении электростанций, запроектированных для работы на этом виде топлива (32 электростанции) снизился до неоправданно низкого уровня: с 21 % до 0,27 %.

В тоже время у скандинавов торфяная энергетика получила государственный приоритет, так в Финляндии доля торфа в первичном производстве энергии составляет 7 %. Доля торфа в производстве тепла в более ста городах и поселках превысила 20 %.

Современная российская неконкурентоспособность торфа в, значительной степени, вызвана низким уровнем существующих технологий добычи и переработки торфа и малыми объемами его производства. Это повышает себестоимость производимого торфяного топлива, и снижает его покупательские способности.

Объем производства торфа в нашей стране за 15 лет сократился приблизительно в 30 раз и торфяная отрасль промышленности претерпела катастрофические изменения. Торфяная отрасль России еще 10–20 лет назад была представлена более, чем 220 промышленными предприятиями, брикетными заводами и цехами по переработке и производству из торфа различной продукции (до 70 наименований). Масштаб ежегодной добычи торфа максимально

достигал 200 млн. т, в том числе топливного торфа свыше 30 млн т.

Например, в 80-х годах число электростанций на торфе в России приближалось к 40, общая мощность которых составляла 3800 МВт. Торф имел и потенциально имеет непреходящее значение как местное топливо (фрезерный торф для электростанций, кусковой торф, полубрикеты и брикеты как коммунальное топливо).

Причины такого положения многочисленны и разнообразны, среди которых следует выделить некоторые, имеющие непосредственное отношение к торфяной отрасли:

- отсутствие сколько-нибудь реальных научно-обоснованных прогнозов развития отрасли в условиях «шоковой терапии», экономической и нормативно-правовой нестабильности в области недропользования;

- потеря рынков сбыта традиционных видов торфяной продукции;

- просчеты в инновационно-инвестиционной политике;

- ориентация на бюджетное финансирование;

- крайне неразвитый сектор малых форм наукоемкого товаропроизводящего бизнеса;

- отсутствие какой-либо внятной политики во взаимоотношениях отрасли и региональных властей;

- низкое качество и крайне ограниченная номенклатура торфяной продукции.

В новых экономических условиях взаимодействие с инвестиционными компаниями требует развития принципиально иного понимания и знаний от научно-технического сообщества, связанного с торфяным производством. Необходимо изменить ориентации регионов на внешние поставки традиционных энергоносителей и решительно развивать потребительский рынок коммунально-бытового топлива на основе

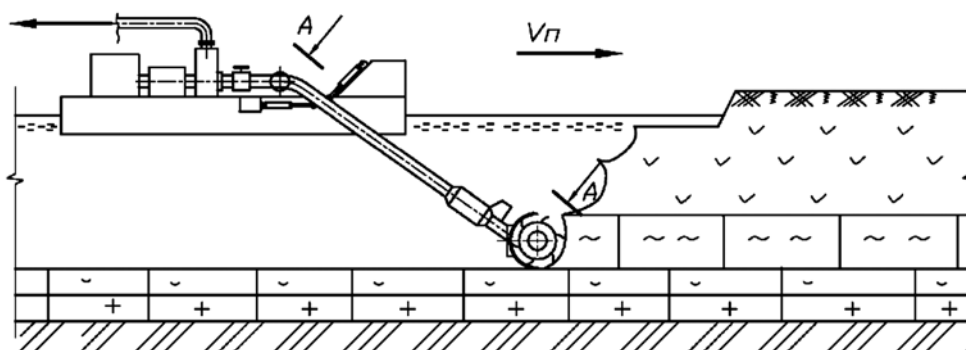


Рис. 2. Широкозахватное фрезерно-шнековое грунтозаборное устройство землесосного снаряда для разработки торфяных грунтов: 1 – землесосный снаряд; 2 – грунтозаборная рама; 3 – землесос центробежного типа; 4, 5 – дизель-редукторный агрегат; 6 – подвеска грунтозаборной рамы; 14 – осевой насос погружного типа; $V_{п}$ – направление перемещения землесосного снаряда

внедрения новых технологий производств коммунально-бытового топлива и его сжигания на местах. Сделать местное торфяное топливо доступным по цене и конкурентоспособным по качеству для широкого круга потребителей.

Внедрение новых экологически сбалансированных и ресурсосберегающих наукоемких технологий добычи и производства торфяного топлива

Внедрение новых экологически сбалансированных ресурсосберегающих гидромеханизированных технологий разработки обводненных месторождений торфа на современном этапе развития науки и техники позволяет существенно образом изменить подходы в производстве энергетического топлива на основе торфа.

Торфяные месторождения, являясь лабильными природными экосистемами, требуют особого подхода к их освоению и соответственно сбалансированных наукоемких технологий добычи и производства торфяного топлива. Разработка торфяных ресурсов на обводненном объекте технологически сложна и должна максимально учиты-

вать все положительные биогосферные функции болот, обеспечивая минимальное экологическое вмешательство в экосферу.

Добыча, и переработка торфа из обводненных месторождений относятся к сложным физико-химическим и технологическим процессам, базирующимся на научных основах физико-химической механики дисперсных материалов, учитывающих особенности изменения структуры влажных материалов при сушке. Последние обусловлены огромным количеством воды ($\omega_c = 92 - 96\%$) в естественном состоянии и для получения торфяной продукции энергетического назначения необходимо удаление влаги до 80–85 %.

Эффективное удаление естественной влаги из торфа зависит от принятых технологических решений торфяного производства, которые активно изменяют свойства твердой фазы: прочность, плотность, крошимость, влагосодержание, устойчивость к внешним воздействиям. В процессе удаления влаги из торфа вследствие протекающих процессов теплопереноса и структурообразования про-

исходит изменение его энергетических, физико-механических и технологических характеристик, определяющих конечную структуру торфа, которая и отвечает тем или иным качествам производимой торфяной продукции.

Технологические и физико-технические параметры гидромеханизированной технологии добычи торфа из обводненных месторождений направлены на изменение физико-механических характеристик торфа для последующей его переработки на основе поточной технологии в продукцию, обладающую высокими тепловыми свойствами. Гидромеханизированная технология добычи торфа из обводненных месторождений позволяет управлять основными технологическими параметрами торфа и торфяной продукции, в процессе ведения добычных работ и в процессе производства торфяной продукции в едином поточном технологическом цикле.

Условно гидромеханизированную технологию можно разделить на два этапа работ неразрывно связанных в едином технологическом цикле.

Первый этап гидромеханизированной технологии добычи торфа из обводненных месторождений представляет собой процесс управления технологическими параметрами торфа, которые влияют на повышение низшей удельной теплоты его сгорания.

Вследствие механического разрушения землесосным (оснащенным специальным фрезерно-шнековым разрыхлителем рис. 2) в условиях естественного предельно набухшего состояния сложной, многокомпонентной, многофазной, полидисперсной системы торфа, происходит начальный необратимый процесс разрушения его коллоидно-высокомолекулярной составляющей – процесс механического диспергирования – раздробление его твердой фазы с распределением массы по размерам

частиц (начальное понижение рейтинга). В первую очередь интенсивно разрушаются грубодисперсные растительные остатки торфа. Торф разрушается на фракции, которые имеют преимущественно удлиненную форму с коэффициентом удлинения (отношением размеров длиной и короткой осей частицы), равным 1,59–1,74 и с коэффициентом вариации средних размеров частиц в отдельных фракциях до 28–34 %.

В технологической классификации торфов выделяются четыре группы фракций (мкм): грубодисперсные волокнистые (более 25 мкм); тонкодисперсные (менее 10 мкм); коллоидные (менее 1 мкм).

Одновременно с разрушением твердой структуры торфа, которое наступает при определенном соотношении касательных и нормальных напряжений, действующих на площадках скольжения (для влажных торфов предельное напряжение сдвигу изменяется от 5 до 30 кПа, угол внутреннего трения находится в пределах 25–40°) и его удалением происходит высвобождение значительного количества прочносвязанной воды, образующей водоем. Начинают развиваться процессы изменения послонной влагоемкости торфа в добычном забое и процесс управления направлением движения водяного потока в заранее намеченном направлении (в сторону добычного забоя, за счет образования водоема) с определенной скоростью движения воды в разных слоях (за счет поддержания отметки воды), что в конечном итоге, позволяет выстраивать систему водопонижения и регулирования уровня грунтовых вод во время проведения опережающих вскрышных работ (снятие очеса). В процессе грунтозабора (разрушения и перемешивания отфрезерованной торфяной массы фрезерно-шнековым разрыхлителем с водой) об-

разуется торфяная пульпа, в которой торф приобретает равновесную влажность и переходит в текучее состояние, значительно теряя присущие ему реологические свойства.

Текучее состояние обеспечивает возможность осуществления гидравлического транспорта торфа до второго этапа по производству торфяного топлива.

После поступления торфяной пульпы в цех производства торфяной продукции начинается второй этап управления технологическими параметрами торфа, т.е. повышение его теплоплотности (удельной теплоты сгорания единицы объема топлива) вследствие управления структурой торфяной продукции. Это достигается в процессе механического обезвоживания торфяной пульпы на основе использования цепи специальных аппаратов и получения торфяной продукции с однородной, тонкопористой структурой на основе сочетания механического уплотнения с термическим воздействием на поверхностный (объемный) слой торфа.

По мере снижения влагосодержания (механическое обезвоживание торфяной пульпы, снижение влажности) возрастает взаимодействие между частицами торфа, в основном, за счет капиллярных сил и торф переходит в пластичное состояние. Область пластического состояния торфа характеризуется числом пластичности.

Перед операцией перевода торфа из пластического состояния в твердое, когда торфяные тела необратимо изменяют свою форму под действием внешней нагрузки, производится окончательное разрушение торфяных частиц.

Технологический комплекс производства торфяной продукции представляет собой следующую цепь устройств и аппаратов. Поступающую от

землесосного снаряда пульпу принимает на себя грохот для отделения возможных крупных включений (корни, щепа от фрезерования пней, волокна неразложившихся растений торфообразователей – пушица, осока, тростник и др., представляющих в торфяной залежи структуру переплетения).

После процесса грохочения пульпа поступает в накопительную генерирующую емкость, представляющую собой вертикальный отстойник, в котором начинается процесс первичного обезвоживания торфа за счет его осаждения. Одновременно устраивается и горизонтальный отстойник. Наличие горизонтального отстойника обеспечивает сбор торфяной массы, которая может всплывать из вертикального отстойника и при сливе фугата из горизонтальной центрифуги. Осевший в горизонтальном отстойнике торф собирается и подается снова в вертикальный отстойник в качестве активного ила и выполняет функцию флокулянта для ускорения процесса осаждения торфа в вертикальном отстойнике. На выходе из вертикального отстойника торф имеет влажность 95 %.

Вертикальные отстойники через распределительный насос соединяются по трубопроводу в центрифугу, вращающуюся со скоростью V . На выходе из центрифуги влажность торфа составляет 60–70 %. Далее торф поступает на систему “KDS Micronex” (Канада), которая использует новую технологию кинетической энергии для измельчения и сушки торфа за одну операцию. Это оборудование не использует дополнительного теплоносителя для сушки и две операции объединены в одну. Технология сушки и измельчения кинетической энергией за одну операцию позволяет высушивать материалы с 70 % до 5 % влажности и измельчает частицы торфа до 0,05 мм, имеет низкие затраты электроэнергии на сушке,

Таблица 2

Паспорт на торфяное твердое топливо

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Содержание	Стандарт
Влажность рабочая	W_p 9.9	%, 10,6	4,6	ГОСТ 27314-91
Влажность аналитическая	W_a		4,6	
Зольность сухого топлива	A_c 6.3	%, 5,5	0,3	ГОСТ 11022-95
Зольность аналитическая	A_a		0,2	
Сера рабочая	S_p 0.03	%, 0,02	0,04	ГОСТ 2059 ГОСТ 8606-94
Теплота сгорания аналитическая по бомбе калориметрической	Q 3860	кДж/кг	20 540	ГОСТ-147-95
		ккал/кг	4 900	
Теплота сгорания высшая аналитическая	Q	кДж/кг	20 500	ГОСТ-147-95
		ккал/кг	4900	
Теплота сгорания высшая рабочая	Q 4400	кДж/кг	20 500	ГОСТ-147-95
		ккал/кг	4 900	
Теплота сгорания низшая рабочая	Q 3860	кДж/кг	19 190	ГОСТ-147-95
		ккал/кг	4 580	
Калорийный топливный эквивалент	\mathcal{E}_k 0.55	0,61	0,65	

не требует охлаждающего оборудования, не требуется добавления в сырье связующего и смазки, ресурс матриц составляет 2000–4000 часов.

«KDS Micronex» создает из загружаемого сырья вращающийся вихрь с окружной скоростью частиц до 620 км/час, при этом частицы сырья, проходят сквозь ударники и отбойные пластины, измельчаются и высушиваются за счет выделяющейся внутренней энергии частиц и передаваемой кинетической энергии. Весь процесс происходит при большой подаче воздуха. Устранив с помощью кинетической энергии потребление дополнительного энергоносителя (топлива) для сушки, в отличие от барабанной сушилки, работающей на биомассе, натуральном газе или другом топливе для сушки многих

материалов, система «KDS Micronex» позволяет существенно снизить затраты на тонну готовой продукции.

Следующей операцией является процесс гранулирования. Принцип работы гранулятора «PSI» заключается в объединении двух матриц. Обе матрицы работают одновременно и являются офсетными. Каждая камера гранулирования оснащена толкателем противоположного пресса. Такое устройство уменьшает зоны непродуктивной компрессии между отверстиями в матрице. Технология двойного сжатия использует все зоны давления для производства гранул. В результате такой конфигурации потребление электроэнергии сводится приблизительно к 80 кВт на тонну гранул (обычные прессы имеют расход электроэнергии 100–120 кВт на тонну).

Матрицы и толкатель сконструированы таким образом, что материал сжимается в предкомпрессионной камере, выполненной в виде вентиляционной трубы. В этой камере материал нагревается до температуры 150°C прежде чем попасть в камеру гранулирования. Такое сжатие в результате дает сильный нагрев и выпаривание жидкости из материала. В этом процессе материал гранулы сжимается, лигнин размягчается и жидкость высвобождается.

При продолжении вращения жид-

кость постоянно выпаривается из предварительно сжатого материала. Затем на предварительно сжатый торф накладывается новый слой торфа и валики предварительного сжатия выводят воздух. Так как материал движется сквозь матрицу, жидкость продолжает отделяться от торфяного волокна и испаряться, как только гранула достигает выхода из матрицы.

Еще закрепленная на матрице гранула по достижении заданной длины обрезается, в то время как жидкость

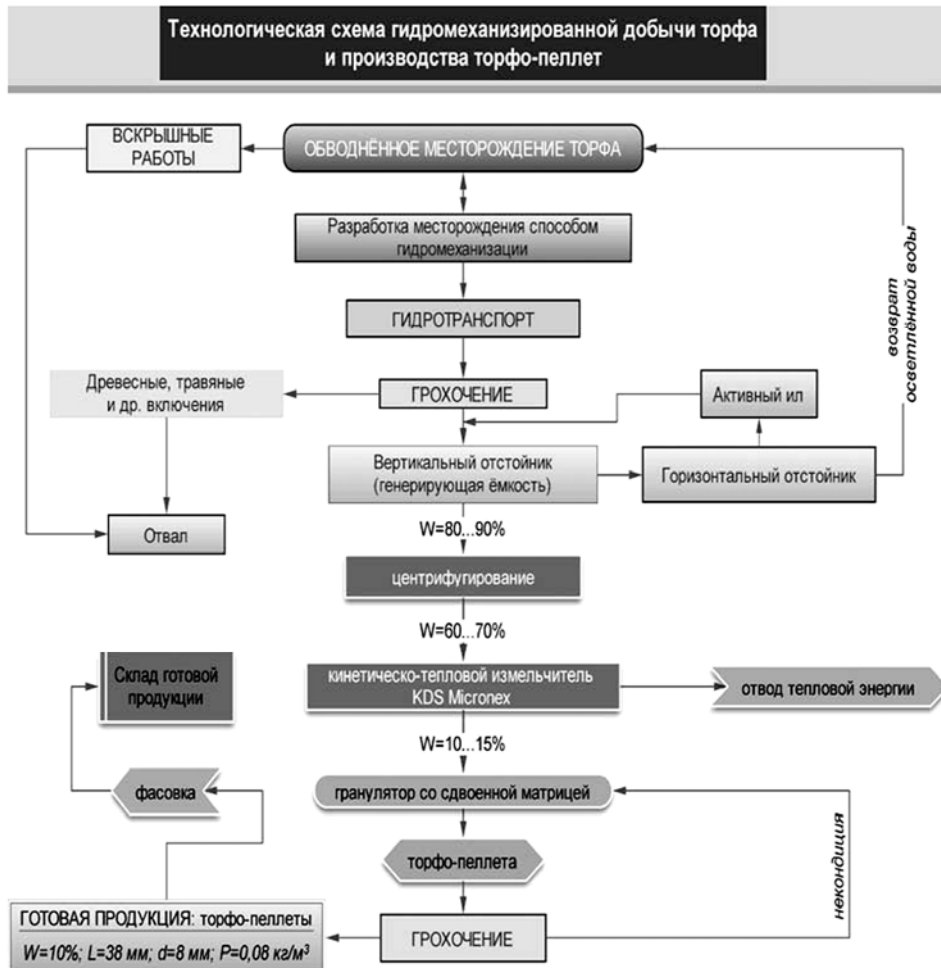


Рис. 3. Технологическая схема гидромеханизированной добычи торфа и производства торфяного топлива. Торфяное топливо энергетического назначения и его сжигание. Структура комплексной механизации топливно-энергетического комплекса для нужд ЖКХ

продолжает выпариваться. На этой стадии гранула достигает температуры примерно 50 °С. Сразу после срезки гранула подхватывается вакуумной системой и подвергается проверке качества.

В ходе обработки в поворотном барабане и благодаря контролю качества удаляются все мелкие частицы и острые концы гранулы. Выведенные мелкие частицы снова направляются на гранулирование. Все эти шаги в результате дают гранулы с примерной влажностью 7–8 % и особенной плотностью до 1500 кг/м³. Еще одним преимуществом системы двойного сжатия являются дублирующие ролики. Эти ролики направляют и предварительно сжимают слой рыхлого материала, постепенно повышая плотность и выводя воздух из материала.

После того, как гранулы изготовлены их вынимают из устройства вакуумом. Гранулы выгружаются в центрифугу и далее подаются на вибрационное сито, где из гранул будет удалена вся пыль, а из торцов незакрепленные частицы. Готовая продукция фасуется и отправляется на склад готовой продукции и далее потребителю.

Технологическая схема гидромеханизированной добычи торфа и производства торфяного топлива показана на (рис. 3). Вода, удаленная из торфяной пульпы после фракционирования и центрифугирования торфа, пройдя через горизонтальный отстойник, возвращается по трубопроводу на участок гидромеханизированной добычи торфа, реализуя при этом полностью замкнутый цикл водооборотной системы.

Полученное на выходе твердое топливо соответствует требованиям стандартов Института Гранулированного Топлива (ИГТ).

Рекомендованные стандарты гарантируют максимально возможное единообразие конечного продукта по сле-

дующим тестам: тест на твердость, соответствующую уплотнению и запасу энергии; тест размера длины (максимум 38 мм); тест размера диаметра (6 мм или 8 мм); тест на гарантию ожидаемого объема продукта и предотвращения застревания мелких частиц (объем мелких частиц проходящих сквозь 3мм фильтр не более 0,5 % от веса); тест на содержание хлоридной соли (не более 300 частиц на миллион) во избежание образования ржавчины.

Торфо-пеллетное топливо и его характеристика. Пеллеты – (англ. *Pellets*) торфяные топливные гранулы, представляют собой цилиндры диаметром 6–8 мм, изготовленные из размельченного и высушенного торфа без добавления связующих путём прессования с использованием большого давления. Они используются как для отопления частных и общественных зданий, так и для производства тепла в районных котельных и на крупных ТЭЦ.

Стандартные пеллеты имеют следующие характеристики.

1) технические: плотность — 1200 – 1500 кг/м³, т.е. топливные торфяные гранулы тонут в воде; длина 20–50 мм; диаметр 4–10 мм; влажность 10–20 %; зольность 2–15 %; теплотворная способность 4,9–5,0 кВт/ч; 4200–4500 ккал/ч, 17600 кДж/кг, что сопоставимо с каменным углем.

2) экологические в сравнении с другими видами топлива:

- зольность: при сгорании бурого угля возникает 40 % золы; при сгорании черного угля возникает 20 % золы; при сгорании торфо-пеллет возникает 0,5–1,5 % золы, что соответствует европейскому стандарту.

- выделение CO₂: кокс – в 30 раз выше; уголь – в 50 раз выше.

3) одна тонна гранул эквивалентна 485 м³ газа, 500 л дизельного топлива или 775 л мазута.

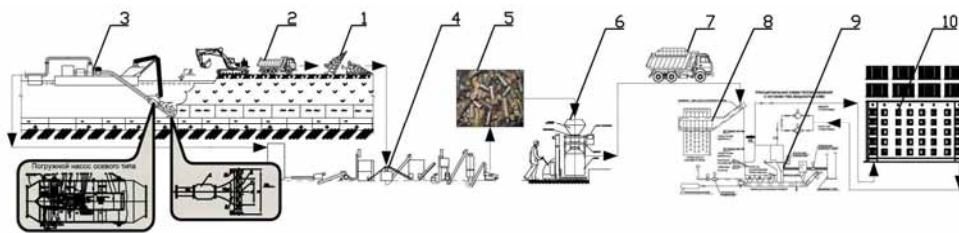


Рис. 4. Структура комплексной механизации топливно-энергетического комплекса для нужд ЖКХ: 1 – лесосводка; 2 – снятие почвенно-растительного слоя и его вывозка; 3 – гидромеханизованная добыча торфа и гидротранспорт; 4, 5 – производство торфо-пеллетного топлива; 6 – фасовка и складирование готовой продукции; 7 – доставка топлива потребителю; 8, 9 – сжигание торфяного топлива и получение тепловой энергии; 10 – обеспечение тепловой энергией населения

4) хранение и транспортировка топлива может быть как россыпью, так и в мешках.

5) на производство одной тонны гранул расходуется 4–5 м³ торфосырца.

Как видно, торфяное топливо является альтернативой для мазута, дизеля, угля, особенно в тех регионах, где существуют запасы торфа и возможность изготовления торфяных пеллет.

Очень важно понимать, что для каждого вида биотоплива существует своя специальная и специфическая технология сжигания.

Применение топок со стационарным кипящим слоем вместо слоевых позволяет обеспечить: эффективное сжигание низкокачественных твердых топлив, которые не удастся сжигать в слоевых топках; существенно уменьшить выбросы оксидов серы и азота; полностью механизировать и автоматизировать отопительные и паровые котельные на твердом топливе; получить золу и шлак, почти не содержащие горючих.

На основе разработанной автором структуры комплексной механизации выполнен расчет технико-экономического обоснования торфяного предприятия мощностью 60000–80000 т тор-

фо-пеллетного топлива способного обеспечить тепловой энергией населенный пункт численностью до 15 000 жителей.

Заключение

1. Использование торфа как топлива обусловлено его составом: большим содержанием углерода, малым содержанием серы, вредных негорючих остатков и примесей. По сути, это молодой уголь. Основными недостатками этого вида топлива являются: более низкая, чем у угля энергетическая калорийность и трудности сжигания из-за высокого содержания влаги (до 65 %). Но есть множество «плюсов»: низкая себестоимость производства; экологическая чистота сгорания (малая доля серы); полное горение (малый остаток золы); появившиеся новые технологии сжигания. Все это делает торф перспективным местным источником полученной тепловой и электрической энергии: более дешевой, чем при использовании каменного угля и жидкого топлива; более экологически чистой.

2. Сфера использования торфа как топлива, с развитием современных технологий добычи, производства торфяного топлива сжигания оценивается передовыми учеными и специалистами, как на наиболее перспективное развитие энергетики в следующем столетии.

3. Технология перевода небольших газовых и мазутных котельных на местное топливо получает все более широкое распространение по мере роста цен на ископаемое углеводородное топливо. Предложенная технология относится к технологии получения торфяного топлива (торфо-пеллет) для коммунально-бытовых нужд.

4. При обосновании гидромеханизированной технологии добычи торфа основное направление исследований должно быть направлено на изучение технологических параметров торфа и торфяной продукции, которыми можно управлять в процессе ведения добычных работ для получения торфяной продукции с высокой удельной теплотой сгорания единицы объема топлива.

5. Технология должна иметь возможности влиять на изменение структуры торфа, с целью достижения ее однородности и тонкопористости за счет агрегации мелких частиц и разрушения крупных, что, в конечном итоге, приводит к понижению уровня структуры и повышению прочности не только после прессования, но и при хране-

нии, транспортировки и использования продукции по назначению.

6. Гидромеханизированная технология добычи торфа и производства торфяной продукции энергетического назначения должен представлять собой единую систему машин и механизмов, осуществляющих добычу полезного ископаемого, его гидротранспорт, механическое обезвоживание торфяной пульпы, термическую сушку торфа и производство торфяного топлива методом прессования с замкнутой системой водоснабжения. Это позволит исключить сброс загрязненных технологических вод в водоприемники, а часть производимого тепла и электроэнергии направить на производственные нужды, тем самым повысить экологическую составляющую производственного процесса и экономичность производимого торфяного топлива.

7. Планировать мощности гидромеханизированных торфодобывающих предприятий по производству торфо-пеллетного топлива в районах предполагаемого потребления, необходимо с радиусом доставки топлива потребителю не более 50–100 км.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указ Президента российской Федерации Д. Медведева «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» от 4.06.2008 года № 889.

2. *Решения* Совета Безопасности РФ от 30.01. 2008 года "По необходимости создания в стране индустрии переработки отходов и местного углеводородного сырья".

3. *Афанасьев А.Е.* Исследование влияния влагосодержания и температуры на структурообразование торфа / *Коллоидн. журн.*, – Т. 43., № 5, 1981.

4. *Афанасьев А.Е.* Структурообразование коллоидных и капиллярно-пористых тел при сушке. Монография. – Тверь: ТГТУ, 2003.

5. *Афанасьева Т.В., Василенко Т.В.* Почвы СССР. – М.: Мысль, 1979.

6. *Афанасьев А.Е., Л.М. Малков, В.И. Смирнов и др.* Технология и комплексная

механизация разработки торфяных месторождений: Учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1987.

7. *Афанасьев А.Е., Болтушкин А.Н., Васильев А.Н.* Новый способ добычи подстилочного торфа / *Мелиорация и водное хозяйство.* № 2, 1996.

8. *Афанасьев А.Е.* Структурообразование коллоидных и капиллярно-пористых тел при сушке. – Тверь: Издательство ТГТУ, 2003.

9. *Афанасьев А.Е., Ковальчук Ю.Л.* Физико-технологическое обоснование тепловых свойств торфа. – Тверь: Редакционно-издательский центр ТГТУ, 2009.

10. *Афанасьев А.Е., Чураев Н.В.* Оптимизация процессов сушки и структурообразования в технологии торфяного производства. – М.: Недра, 1992.

11. *Косов В.И., Гогин Д.М.* Патент на изобретение: «Способ по производству про-

дукции, тепла и электроэнергии из торфа и технологический комплекс для его осуществления». 2005.

12. Косов В.И. Научные основы использования торфяных ресурсов в стратегии устойчивого развития России. М. 2008.

13. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Часть 2., – М.: Недра, 1985.

14. Томаков П.И., Коваленко В.С., Михайлов А.М., Калашников А.Т., Экология и охрана природы при открытых горных работах. – М.: Изд. МГТУ, 1994.

15. Трубешкой К.Н. Горные науки. Освоение и сохранение недр Земли. – М.: Изд-во Академии горных наук, 1997.

16. Штин С.М., Егоров В.К., Каменецкий В.Л., Харченко С.Л. Научные и практические достижения в области гидромеханизации. – М.: Изд-во МГТУ, 2001.

17. Штин С.М., Мишуков А.С. Новые технологические решения и гидромеханизированное оборудование для переработки канализационных шламов / ГИАБ, отд. вып. № 1 Гидромеханизация. – М.: Горная книга, 2009.

18. Штин С.М. Гидромеханизированная технология разработки торфо-сапропелевых месторождений с получением органи-

минеральных удобрений и биотоплива / ГИАБ, отд. вып. № 1 Гидромеханизация, – М.: Горная книга, 2009.

19. Ялтанец И.М., Штин С.М. Получение биотоплива и его сжигание с целью теплоснабжения жилищного и социального сектора небольших населенных пунктов с численностью населения 11–15 тысяч жителей / ГИАБ, отд. вып. №1 Гидромеханизация, – М.: «Горная книга», 2009.

20. Ялтанец И.М., Штин С.М. Новые технические и технологические решения добычи сапропеля со дна водоемов плавучими землесосными снарядами / сб. н. ст. Гидромеханизация-98. – М.: МГТУ, 1998.

21. Ялтанец И.М., Бессонов Е.А., Штин С.М. Научные и практические достижения гидромеханизации горных и строительных работ: уч. пособие. – М.: МГТУ, 2009.

22. Ялтанец И.М. Гидромеханизированные и подводные горные работы. Книга 1, 2. – М.: Мир горной книги, 2006.

23. Ялтанец И.М. Проектирование открытых гидромеханизированных и дражных разработок месторождений. – М.: Изд-во МГТУ, 2003. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Штин Сергей Михайлович – кандидат технических наук, доцент МГТУ, технический директор «НПО Гольфстрим», sershtin@yandex.ru



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)			
БАБКИН Евгений Александрович	Совершенствование, исследование и диагностирование систем управления асинхронного частотно-регулируемого электропривода механизмов буровой установки	05.09.03	к.т.н.