

ФОРМИРОВАНИЕ И ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ПАРКА ТОРФОДОБЫВАЮЩИХ КОМПАНИЙ

А.В. Михайлов, С.Л. Иванов, В.В. Габов

**Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»,
Санкт-Петербург, Россия**

Модернизация технологической базы торфяной промышленности и увеличение объемов добычи обусловят существенное повышение эффективности и рентабельности использования торфяного топлива при выработке тепловой энергии. Наиболее перспективным направлением использования торфа в России может стать получение энергоплотного агломерированного топлива. Проекты организации производства местного торфяного топлива имеют важное социально-экономическое значение для многих регионов страны, поскольку позволяют создать дополнительные производственные мощности и стабилизировать рынок труда.

Приведена структура основных технологий производства торфяного сырья и анализ парков существующего и перспективного оборудования для полевой добычи торфяного сырья. Рассматриваются пути технического перевооружения и повышения показателей эффективной эксплуатации добывающих комплексов машин торфяной отрасли с учетом масштабного фактора торфодобывающих компаний. Выбор оборудования происходит в три фазы: тип парка, параметры оборудования и определение требуемого количества экскаваторов и тракторных агрегатов. Не все гидравлические экскаваторы и транспортно-тракторные агрегаты могут эффективно функционировать на непрочной поверхности торфяного месторождения.

Исследование при выборе оборудования должно базироваться на анализе предельных условий и установлении областей допустимых режимов его функционирования на основе максимальной производительности при минимальной энергоёмкости процесса; совместимости оборудования по параметрам; низкой стоимости оборудования и эксплуатационных расходов.

Ключевые слова: торфодобывающая компания, технология, торфяная машина, машинно-тракторный парк, гидравлический экскаватор, трактор, полуприцеп, удельное давление.

CREATION AND EFFICIENT OPERATION OF MACHINE FLEET IN PEAT-PROCESSING COMPANIES

A.V. Mikhailov, S.L. Ivanov, V.V. Gabov

**National Mineral Resources University (University of Mines),
Saint Petersburg, Russian Federation**

Modernization of the technological base of the peat industry and production growth will determine the substantial increase in efficiency and viability of consuming peat fuel for heat generation. The most promising area of peat use in Russia relates to production of energy-dense agglomerated fuel. Projects of starting local peat fuel production have important socio-economic effects for many regions of the country because they allow to create additional facilities and stabilize the labor market.

The paper embraces the structure of the core technologies of peat production and analysis of present installation and further equipment stock for the field peat production. The options of re-equipment and improving parameters of effective operation of mining machinery in peat industry are considered, taking into account a scale factor of peat extraction companies. Selection of the equipment progresses through three phases: fleet type, equipment parameters and determining the necessary number of excavators and tractor units. Not all hydraulic excavators and hauling vehicles may operate effectively on the unstable surface of peat deposit.

Selecting the equipment required should be based on the limit study and determination of the range of permissible modes of its operation on the basis of maximum performance with lowest energy intensity possible; machinery compatibility by parameters; low equipment cost and operating costs.

Keywords: peat extracting company, technology, peat machine, tractor fleet, hydraulic excavator, tractor, semi-trailer, specific pressure.

Введение

Одним из основных направлений развития экономики Российской Федерации и горнодобывающей промышленности страны на современном этапе является техническое перевооружение торфодобывающих компаний.

Стратегическими целями использования местных видов топлива согласно Проекту энергетической стратегии России на период до 2035 г. являются диверсификация топливно-энергетических балансов и повышение уровня энергетической безопасности и надежности энергоснабжения субъектов Российской Федерации и страны в целом при снижении затрат на транспортировку топлива. К ресурсам местных видов топлива относятся запасы торфа. Торф является одним из наиболее важных и перспективных местных источников топлива. Общие запасы торфа в Российской Федерации – более 175 млрд т, что составляет более 40 % от мировых запасов.

Основными направлениями использования торфа будут удовлетворение коммунально-бытовых потребностей, а также потребностей сельского хозяйства. После увеличения объемов добычи торфа и модернизации технологической базы торфяной промышленности станет возможным его эффективное использование на тепловых электростанциях. Наиболее перспективным направлением использования торфа в России может стать переработка его в энергоплотное окускованное топливо. Проекты по добыче, переработке, выпуску торфосодержащей продукции будут иметь важное социально-экономическое значение для многих областей и регионов страны, поскольку позволят создать дополнительные производственные мощности и стабилизировать рынок труда [1].

Машинно-тракторный парк и технологии добычи

В комплексе мер по внедрению экономически обоснованных технологий в

торфяное производство большое значение имеют рациональное комплектование добывающих компаний специальными торфяными машинами для добычи торфа и торфодобывающими машинно-тракторными агрегатами. Между тем, как показывает анализ, в этих вопросах допускается особенно много просчетов, приводящих в конечном итоге к снижению объемов и удорожанию производства. Анализ структуры торфодобывающих компаний России показывает, что 97 % из них являются малыми и средними производителями торфяной продукции и только около 3 % можно отнести к крупным по современному меркам масштабам производства [2].

Проведенный анализ коэффициентов рентабельности и финансовой устойчивости указывает на кризисное состояние торфяной промышленности. Так, доля убыточных предприятий в торфяной отрасли России в 2009 г. составила 48 %, а рентабельность добычи и агломерации торфа – либо низкая, либо вообще отрицательная [3]. Значение коэффициента текущей ликвидности по торфяной отрасли не превышает 0,2 при нормальном значении > 1 . Вся эта статистика заставляет задуматься не только об осуществлении комплексной государственной поддержки торфяной промышленности, но и о рациональных технологиях производства и комплектовании технологическим оборудованием небольших торфодобывающих компаний, успешная работа которых может обеспечить точки роста отрасли.

Состав машинно-тракторного парка (МТП) определяет технический уровень торфодобывающего предприятия. Состав МТП можно разделить на четыре самостоятельные группы [3]:

1) тракторы (самоходные шасси) как универсальное энерготранспортное средство;

2) агрегируемые с тракторами торфяные машины (корчеватели, профилировщики, фрезеры, ворошилки, валкова-

тели, добывающие, уборочные и погрузочные машины, транспортные полуприцепы и др.);

3) торфяные машины, имеющие собственный привод и управление (самходные пневматические уборочные машины);

4) универсальные погрузочно-выемочные машины (экскаваторы, бульдозеры, погрузчики).

В соответствии с требованиями комплексной механизации производства торфяные машины, входящие в состав МТП, объединяют в комплексы для добычи отдельных видов торфяной продукции. Структура этих комплексов машин изменяется в зависимости от цели добычи торфяной продукции, а также от выбранных технологий производства.

Практически во всех производствах преобладает периодический способ организации технологических процессов, для которого характерны:

- строгая последовательность технологических операций и стадий во времени;
- обособленность операций в пространстве;

- инвариантность (независимость) элементарных процессов относительно обеспечения оборудованием.

В соответствии с современным состоянием и перспективами развития отрасли прогнозируется использование трех типов полевых технологий производства торфяного сырья (продукции):

Первый тип – «простые» технологии для малых торфодобывающих компаний с низким уровнем доходности. Потенциальные возможности простых технологий (бульдозерные, экскаваторные) по производительности – до 20 тыс. т. Техника для реализации «простых» технологий ориентируется на минимальное количество операций обработки торфяной залежи и совмещение технологических операций. В качестве оборудования используется минимальный набор торфяных и универсальных погрузочно-выемочных машин 1, 2 и 4-й групп.

Второй тип – интенсивные технологии, рассчитанные на более глубокие технологические знания и требующие вовлечения в процесс производства торфяной продукции более специализированного оборудования. Они рассчитаны на предварительно осушенные и подготовленные торфяные месторождения. Потенциал интенсивных технологий по производительности составляет 30–60 тыс. т (пневматическая уборка фрезерного торфа, полевое производство кускового топливного торфа, добыча торфяного сырья повышенной влажности). Техника для реализации интенсивных технологий ориентируется на последовательную пооперационную обработку торфяной залежи, совмещение технологических операций. В качестве оборудования используются комплексы торфяных и универсальных погрузочно-выемочных машин 1, 2, 3 и 4-й групп.

Третий тип – высокоинтенсивные технологии при крупном масштабе производства более 60 тыс. т (раздельная уборка торфа из наращиваемых валков). Они рассчитаны на выполнение всего цикла технологических операций: подготовка и осушение торфяного месторождения, добыча торфа и проведение ремонтно-подготовительных работ в межсезонный период. В качестве оборудования используются все комплексы торфяных и универсальных погрузочно-выемочных машин 1, 2, 3 и 4-й групп.

Хотя многие элементы этих технологий требуют адаптации к местным условиям, техника для этих технологий создана и позволяет обеспечивать управление производственными процессами добычи, уборки и хранения торфяной продукции. Технологии производства наиболее глубоко преобразуют рынок техники. Предлагается комплектовать парк машин торфодобывающих компаний в зависимости от уровня технологии производства [4].

Структурно парк машин для различных групп технологий должен претер-

петь существенную модернизацию, прежде всего для гарантированного повышения уровня технической надежности. При этом агрегат без поломок должен устойчиво работать в продолжение основного торфоуборочного сезона. В новом парке машин однооперационные агрегаты должны быть заменены многофункциональными, универсально-комбинированными, способными адаптироваться к изменяющимся условиям производства путем быстрой смены рабочих органов. Такой подход позволяет сократить число машин, повысить их загрузку и эффективность функционирования.

Применяемый парк машин непосредственно влияет на решение проблемы повышения производительности труда. Новый парк техники следует формировать исходя из ограниченных трудовых ресурсов отрасли.

Исследования показывают, что применение комбинированных агрегатов позволяет снизить затраты труда на 30–50 %, расход топлива на 20–30 %, металлоемкость на 20–25 %, а сборы торфа повысить на 10–15 % [2].

Состав машинно-тракторного агрегата для выполнения каждой операции вы-

бирается исходя из необходимости обеспечения высокого качества работы при минимальных затратах средств и труда на единицу работы.

Учитывая широкий спектр предлагаемой на рынке техники, порой сложно правильно подобрать ее для существующей структуры машинных парков. При выборе следует принимать во внимание ряд групповых факторов: экономические, технические и условия эксплуатации (рисунок) [5].

При выборе той или иной марки машины необходимо руководствоваться:

- основным назначением базового трактора и торфяной машины в составе машинно-тракторных агрегатов (МТА);
- способностью выбранного МТА обеспечивать выполнение технологической операции;
- возможностью достигнуть максимальных показателей использования машин в конкретных технологических условиях;
- экономическими возможностями по замене морально и технически устаревших машин новыми.

Машины должны быть подобраны таким образом, чтобы в своей совокупности



Рис. Факторы выбора технологического оборудования

они давали возможность торфодобывающей компании обеспечить комплексную механизацию процессов торфяного производства. При этом оптимальным является наличие двух-трех марок базовых тракторов.

Анализ условий добычи торфяного сырья

Условия полевой добычи торфяного сырья отличаются сложностью, связанной с метеорологическими изменениями в процессе добычи, низкой несущей способностью торфяной залежи, наличием древесных включений в слое торфяной залежи и т.д. Это часто нарушает технологию и организацию работ, приводит к несоответствию характеристик производственной программы и машинного парка, сформированного для выполнения сосредоточенных объемов работ. В результате ухудшаются все показатели хозяйственной деятельности компании, снижается выработка, возрастает себестоимость работ, повышается их трудоемкость. Такие особенности производственной программы требуют решения ряда организационных задач, связанных с повышением мобильности оборудования, оснащением специальной техникой, рациональным комплектованием машинных парков, организацией материально-технического снабжения, эксплуатации и ремонта торфяных машин и др. Одним из основных организационных решений является формирование рациональной структуры машинного парка, способного наиболее эффективно выполнить полный комплекс операций добычи торфяного сырья. Всё это определяет необходимость и актуальность разработки методов выбора рациональных параметров машинного парка торфодобывающих компаний, обеспечивающих добычу полезного ископаемого при наиболее эффективном использовании машинных и трудовых ресурсов на основе:

– определения и комплексного учета факторов, влияющих на выбор способов механизации;

– выбора эффективных, в том числе новых, организационно-технологических схем, наиболее полно учитывающих специфику эксплуатации машин;

– разработки методов определения потребности в машинах и типоразмерного состава машинного парка с учетом выполнения технологических операций [6].

Одним из условий эффективного выполнения работ по добыче торфяного сырья является их комплексная механизация, в первую очередь при выемке торфяного сырья из торфяной залежи с транспортировкой его за пределы добычного карьера – наиболее трудоемкого вида работ. Вместе с тем весь круг технических, технологических и организационных задач, связанных с добычей торфяного сырья, является в значительной мере новой проблемой не только для России, но и для Канады, Индонезии, Малайзии и других стран.

Цель исследования состоит в разработке методов формирования и обновления машинных парков для комплекса торфодобывочных работ.

Выбор оборудования для выемочных и транспортных работ

Проблема обоснования состава парка машин для проведения выемочных и транспортных работ при добыче торфяного сырья карьерным способом является комплексной. Необходимо учитывать много особенностей, ограничений и критериев выбора. Процесс выбора оборудования начинается с исходной концепции добычи торфяного сырья. Для обоснования применения комбинации гидравлического одноковшового экскаватора и тракторных полуприцепов следует определить ряд критериев выбора, которые можно скомпоновать в три категории:

- 1) производственный критерий;
- 2) размерно-массовые параметры торфяной залежи;
- 3) параметры оборудования.

Для эффективной работы экскаваторно-транспортного комплекса оптимальным соотношением при выборе типораз-

мера экскаватора и тракторного полуприцепа является условие погрузки кузова в 3–5 ковшей (циклов экскавации) [7]. Учитывая тот факт, что по трудности экскавации торфяная масса относится к I категории грунтов, для повышения объемов добычи на торфяных карьерах следует использовать гидравлические гусеничные экскаваторы, например одноковшовый гусеничный гидравлический экскаватор ЕК 270-03 с двигателем 132 кВт и объемом ковша 2,3 м³ при массе с гусеницами шириной 1200 мм 31,0 т и удельном давлении на грунт 27,5 кПа [8].

Анализ технических, экономических и эксплуатационных параметров тракторов позволяет сделать выводы, что для выполнения комплекса основных работ в торфодобывающей компании целесообразно иметь тракторы двух тяговых классов. Основным трактором на таких предприятиях должен быть трактор класса 3, который обеспечит достаточную производительность и маневренность, а на дополнительных работах – выполнение транспортных операций.

Так, среди колесных тракторов, принадлежащих к классу 3, целесообразным является применение тракторов «Беларус 1822.3» со двояными колесами или на широкопрофильных шинах сверхнизкого давления и двигателем мощностью 132 кВт [9]. Трактор предназначен для выполнения различных работ комбинированных агрегатов, транспортных и погрузочно-разгрузочных работ с колесным самосвальным тракторным двухосным полуприцепом с герметичным цельнометаллическим кузовом и двояными колесами. При выполнении болотно-подготовительных работ трактор может оснащаться строганным колесным ходом.

Трактор «Беларус 1822.3» и прицепная пневматическая уборочная машина с рыхлителем торфа составляют многофункциональный машинно-тракторный агрегат в интенсивной технологии добычи фрезерного торфа на топливо при совмещении пневматической уборки фре-

зерного торфа из расстила с последующим рыхлением поверхности поля.

Одной из характеристик гидравлического одноковшового гусеничного экскаватора является низкое удельное давление на поверхность торфяной залежи (NGP) [10]. Характеристики колесных транспортно-тракторных агрегатов в составе трактора-полуприцепа определяются низкой средней величиной максимального давления (ММП) на поверхность торфяной залежи и высокой проходимостью и маневренностью (табл. 1). В качестве предельных значений при работе на непрочном основании принимается ММП = 150 кПа [11].

Особенностью функционирования колесного тягового трактора на торфяной залежи является его проходимость в зависимости от прочностных свойств торфяной залежи (табл. 2).

Таким образом, существуют операционные факторы, которые не позволяют полностью использовать высокую потенциальную тягу трактора, характеристики колесного движителя и мощность двигателя, которые нужно рассмотреть при определении рациональных рабочих режимов и объективном выборе оборудования для транспортирования торфяного сырья.

Одной из особенностей эксплуатации торфяных тракторно-транспортных агрегатов (ТТА) является изменение в широких пределах несущих и сцепных свойств опорной поверхности торфяной залежи. Специфику торфяных транспортно-тракторных агрегатов и условий их эксплуатации определяют следующие факторы:

- характер транспортных операций;
- высокая деформируемость и низкая несущая способность торфяной залежи;
- относительно низкие показатели тягово-сцепных свойств и повышенное буксование тракторов на фоне торфяной залежи;
- принципиальные характеристики и конструктивные особенности транспортного оборудования, агрегируемого с тракторами [2].

Таблица 1

Эффективные параметры парка машин

Оборудование	Тип	Масса, кг	Мощность двигателя, кВт	Объем ковша, м ³	Объем кузова, м ³	Ширина гусениц, мм	Колеса	Удельное давление на поверхность торфяной залежи (NGP/MMP), кПа
Гидравлические одноковшовые гусеничные экскаваторы	JS-220LC	22 490	128	1,5	–	900	–	NGP = 28,0
	Hyundai R210LC-9	22 760	113	1,8	–	900	–	NGP = 32,0
	«Кранекс ЕК-270 LC»	31 000	132	2,3	–	1200	–	NGP = 28,0
Тракторы со двоянными колесами	«Беларус 1822.3»	7200	132	–	–	–	480/70R30-620/70 R42	69,94
	John Deere 7730	7300	155	–	–	–	480/70R30-620/70 R42	71,23
	Valtra T193	7300	155	–	–	–	480/70R30-620/70 R42	71,23
Двухосные полуприцепы со двоянными колесами	«Ярославич PS-12В»	4500	–	–	11,0	–	600/50R22.5	139,66
	JOSKIN Trans-CAP	4500	–	–	10,2	–	600/50R22.5	139,66
	«Сармат 95575С»	3500	–	–	10,8	–	600/50R22.5	133,68

Таблица 2

Параметры торфяной залежи

Тип торфа	Степень разложения по шкале von Post	Влажность поверхностного слоя залежи w , %	Плотность поверхностного слоя ρ , кг/м ³	Предел прочности поверхностного слоя на сдвиг τ , кПа
Олиготрофный	H4	79	750	68
	H5	81	820	52
	H6	85	880	40
Евтрофный	H4	77	780	98
	H5	79	860	80
	H6	83	960	48

Выбор допустимого удельного давления колес на опорную поверхность определен не только пределом прочности на сдвиг поверхности торфяной залежи. С увеличением удельного давления колес на опорную поверхность возрастают затраты энергии на преодоление сопротивления разрушению верхнего слоя торфяной залежи.

При передвижении транспортно-тракторного агрегата по постоянным

траекториям возникает повторное и переманное воздействие на поверхность торфяной залежи, что приводит к ухудшению условий проходимости в целом. В условиях ограниченной несущей способности торфяной залежи это вызывает увеличение осадки колес, ухудшение состояния технолгических площадей.

Зависимость осадки колес h от кратности прохода m носит экспоненциальный характер. Причем во всех случаях

при прямолинейном проходе экспериментальные кривые имеют характер, близкий к экстремальному. Возрастание осадки на повороте при увеличении кратности проходов возможно объяснить тем, что кроме сжимающих деформаций эксплуатационный слой залежи подвергается сдвигу и смещению. Обращает на себя внимание явление «развития» существующих неровностей на поверхности торфяной залежи при многократных проходах машин [12].

Снижение проходимости наблюдается как у гусеничных прицепов, так и у колесных полуприцепов преимущественно в мае и октябре (у колесных полуприцепов при напряжении сдвига залежи $\tau < 15$ кПа, у гусеничных при $\tau < 10$ кПа). В период с мая по август при $\tau = 25...35$ кПа проходимость всех транспортных средств удовлетворительна. Следует отметить, что после выпадения осадков более 10 кг/м^2 наблюдается буксование колесного трактора даже при незначительной просадке колес полуприцепа [13].

В процессе разгрузки координата центра тяжести прицепа изменяется в зависимости от угла наклона его кузова. Учитывая, что устойчивость прицепов в процессе разгрузки зависит от положения общего центра тяжести и давлений под опорами, выбор параметров прицепа является весьма важным.

При перевозках торфяного сырья при передвижении по поверхности с низкой несущей способностью большое значение имеет величина коэффициента грузоподъемности, определяемая как отношение грузоподъемности к собственной массе прицепа [14].

На основании проведенных аналитических исследований тягово-сцепных свойств пневмоколесных машинно-тракторных агрегатов внутримассивного транспорта торфяного сырья следует сделать вывод, что обеспечение необходимых характеристик по проходимости транспортного оборудования на торфя-

ной залежи достигается снижением давления на поверхность торфяного поля за счет установки сдвоенных колес с флотационными шинами стандартной геометрии.

Загрузка кузова полуприцепа торфом определяет производительность всего выемочно-транспортного комплекса на добыче торфяного сырья. Увеличение загрузки приводит к росту энергетических затрат на передвижение ТТА и буксование колес трактора; уменьшение загрузки приводит к недоиспользованию мощности двигателя трактора-тягача и снижению производительности всего агрегата. Объем кузова колесного полуприцепа при адаптации оборудования к конкретным условиям эксплуатации следует определять исходя из условий проходимости с целью обеспечения высоких значений коэффициента грузоподъемности и более эффективной и производительной работы транспортной схемы.

Перевозки на расстояния, большие, чем это необходимо, или создание временных мест размещения, хранения и складирования торфяного сырья, лишние перемещения его с места на место – всё это ведет к потерям времени и энергии.

Дальность вывозки торфяного сырья с добычного карьера при использовании пневмоколесных транспортных машин лимитируется только в зимнее время, когда возможно примерзание влажного торфа к кузову машины. Из практики известны случаи организации транспорта торфа натуральной влажности при отрицательных температурах на расстояние до 40 км.

Анализ составляющих цикла работы транспортно-тракторного агрегата показывает, что основное время цикла занимает движение груженого и порожнего агрегата. Фактически время цикла определяется дальностью вывозки (время движения порожней и груженой транспортной машины составляет от 55 % времени цикла при дальности вывозки

$L_b = 0,5$ км до 85 % – при $L_b = 2,5$ км). Таким образом, выбор рациональной схемы размещения штабелей на технологической площадке является важным фактором обеспечения эффективности процесса транспорта сырья.

В качестве частных критериев эффективности, определяющих цель функционирования МТС-Т, целесообразно рассматривать два критерия [15, 16]:

1. Критерий минимума удельных энергозатрат на единицу транспортной работы при движении с грузом

$$E_{т.г} = \frac{N_n \xi_N T_{г}}{M_{т.с} L_{г}} = \frac{N_n \xi_N}{M_{т.с} v_{г}} \rightarrow \min,$$

где $E_{т.г}$ – удельные энергозатраты, Дж/(кг·м); N_n – номинальная мощность трактора, Вт; ξ_N – коэффициент загрузки двигателя; $T_{г}$ – время движения с грузом, с; $L_{г}$ – длина транспортирования, м; $M_{т.с}$ – масса торфяного сырья в кузове прицепа, кг; $v_{г}$ – скорость транспортирования, м/с.

2. Критерий максимума чистой производительности ТТА, соответствующий минимуму энергозатрат при движении с грузом

$$P_{т.г} = M_{т.с} v_{г} = \frac{N_{кр. max}}{k_{ст.с}} \rightarrow \max,$$

где $P_{т.г}$ – производительность на транспортировании с груженым полуприцепом, (кг·м)/с; $N_{кр. max}$ – максимальная тяговая мощность трактора, Вт; $k_{ст.с}$ – удельное сопротивление передвижению ТТА.

Таким образом, исследование машинно-тракторного парка торфодобывающих компаний должно базироваться на анализе предельных условий функционирования и установлении областей допустимых режимов функционирования тракторно-транспортных агрегатов.

Заключение

Эти и другие технические разработки могут быть основанием для научных обобщений с целью экспертизы и развития новых технологий для достижения максимальных результатов при производстве торфяного сырья. В результате использования новой технологии экономия за счет роста производства останется чрезвычайно важным фактором, определяющим конкурентоспособность предприятий торфяной отрасли.

На заключительном этапе следует определить требуемое количество тракторно-транспортных агрегатов на один добывающий экскаватор с учетом условий транспортировки и расстояния вывозки торфяного сырья.

Список литературы

1. Энергетическая стратегия России на период до 2035 года. Проект [Электронный ресурс]. – URL: <http://minenergo.gov.ru/upload/iblock/665/665a6512e64ffd5e3d30d9448d7b7fff.pdf> (дата обращения: 25.12.2014).
2. Михайлов А.В. Масштаб торфяного производства и комплектование оборудованием // Процессы и средства добычи и переработки полезных ископаемых: сб. тр. междунар. науч.-техн. конф. – Минск, 2012. – С. 63–67.
3. Михайлов А.В., Иванов С.Л., Бондарев Ю.Ю. Состояние технического перевооружения машинно-тракторного парка торфодобывающих компаний // Науч.-техн. ведомости Санкт-Петербург. гос. политехн. ун-та. – 2014. – № 3(202). – С. 229–235.
4. A new peat production concept – results of the development work during 2004–2007 / J. Korpi [et al.] // Proceedings of the 13th International Peat Congress Tullamore, Ireland, 8–13 June 2008. – Vol. 1. – P. 120–122.
5. Prediction and controlling of flyrock in blasting operation using artificial neural network / M. Monjezi, A. Bahrami, A.Y. Varjani, A.R. Sayadi // Arabian Journal of Geosciences. – 2011. – № 4(3–4). – P. 421–425.
6. Mikhailov A., Nagornov D. Peat excavation and drying for factory-made local fuel production – Peatlands in Balance // Book of Abstracts of the 14th International Peat Congress Stockholm, Sweden, June 3–8, – Stockholm, 2012.
7. Самозлов А.В., Паладеева Н.И. Техническое перевооружение экскаваторно-автомобильных комплексов добывающих предприятий // Горное оборудование и электромеханика. – 2010. – № 2. – С. 2–11.
8. Гусеничный экскаватор модели EK 270LC компании «Кранэкс» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kraneks.ru/ru/node/29> (дата обращения: 20.12.2014).
9. Трактор «Беларус 1822.3» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.belarus-tractor.com/catalog/product-catalogs> (дата обращения: 20.12.2014).
10. Mikhailov A. Peat surface mining methods and equipment selection // Mine Planning and Equipment Selection. Proceedings of the 22nd MPES Conference, Dresden, Germany, 14–19 October 2013. – Dresden, 2014. – № XXVII. – Vol. 2. – P. 1243–1249.
11. Larminie J.C. Modifications to the mean maximum pressure system // Journal of Terramechanics. – 1992. – № 29(2). – P. 239–255.
12. Кузнецов Н.В., Нилов Н.В. Деформация эксплуатационного слоя торфяной залежи при многократном воздействии гусеничных движителей технологического оборудования // Тр. ВНИИТП. – 1989. – Вып. 63. – С. 112–119.
13. Малков Л.М., Кузнецов Н.В., Галкин А.И. Анализ факторов производительности транспортного комплекса в схеме с раздельной уборкой // Тр. ВНИИТП. – 1987. – Вып. 58. – С. 16–23.

14. Транспорт фрезерного торфа в технологической схеме добычи с раздельной уборкой / Л.М. Малков, Н.В. Кузнецов, В.П. Шейде, А.И. Галкин, И.Л. Калинин, В.М. Юрков // Торфяная промышленность. – 1987. – № 12. – С. 5–6.
15. Зангиев А.А., Лышко Г.П., Скороходов А.Н. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. – М.: Колос, 1996. – 319 с.
16. Телегов А.В., Михайлов А.В., Кремчев Э.А. Системный подход к исследованию торфяного транспортно-тракторного агрегата // Теоретические и прикладные проблемы науки и образования в 21 веке: сб. науч. тр. / Мин. обр. и науки РФ. – Тамбов: Бизнес – Наука – Общество, 2012. – Ч. 1. – С. 136–138.

References

1. Energeticheskaia strategiiia Rossii na period do 2035 goda. Proekt [Energy strategy of Russia until 2035. A draft], available at: <http://minenergo.gov.ru/upload/iblock/665/665a6512e64ffd5e3d30d9448d7b7fff.pdf> (accessed 25 December 2014).
2. Mikhailov A.V. Mashtab torfianogo proizvodstva i komplektovanie oborudovaniem [Scale of peat production and selection of equipment]. *Sbornik trudov mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii "Protsessy i sredstva dobychi i pererabotki poleznykh iskopaemykh"*. Minsk, 2012, pp. 63–67.
3. Mikhailov A.V., Ivanov S.L., Bondarev Iu.Iu. Sostoianie tekhnicheskogo perevooruzheniia mashinno-tractornogo parka torfodobyvaiushchikh kompanii [Condition of re-equipment of machine-tractor fleet owned by peat-producing companies]. *Nauchno-tekhnicheskiiye vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta*, 2014, no. 3(202), pp. 229–235.
4. Korpi J. [et al.]. A new peat production concept – results of the development work during 2004-2007. *Proceedings of the 13th International Peat Congress*, Tullamore, Ireland, 8–13 June 2008, vol. 1, pp. 120–122.
5. Monjezi M., Bahrami A., Varjani A.Y., Sayadi A.R. Prediction and controlling of flyrock in blasting operation using artificial neural network. *Arabian Journal of Geosciences*, 2011, no. 4(3–4), pp. 421–425.
6. Mikhailov A., Nagornov D. Peat excavation and drying for factory-made local fuel production – Peatlands in Balance. *Book of Abstracts of the 14th International Peat Congress*, Stockholm, 2012.
7. Mikhailov A.V., Ivanov S.L., Bondarev Iu.Iu. Sostoianie tekhnicheskogo perevooruzheniia mashinno-tractornogo parka torfodobyvaiushchikh kompanii [Condition of re-equipment of machine-tractor fleet owned by peat-producing companies]. *Nauchno-tekhnicheskiiye vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta*, 2010, no. 2, pp. 2–11.
8. Гусеничный экскаватор модели JS220 компании JCB [Tracked excavator JCB JS220], available at: <http://www.excavating.ru/upload/excav/modelfiles/4.pdf> (accessed 20 December 2014).
9. New 190 to 220 hp (97/68 EC) 7030 Series Tractors, available at: <http://agrico.squarespace.com/storage/johndeere/tractors/13.%20New%207030%20Series%20Tractors.pdf> (accessed 20 December 2014).
10. Mikhailov A. Peat surface mining methods and equipment selection. *Mine Planning and Equipment Selection. Proceedings of the 22nd MPES Conference*. Dresden, 2014, no. XXVII, vol. 2, pp.1243–1249.
11. Larminie J.C. Modifications to the mean maximum pressure system. *Journal of Terramechanics*, 1992, no. 29(2), pp. 239–255.
12. Kuznetsov N.V., Nilov N.V. Deformatsiia ekspluatatsionnogo sloia torfianoi zalezhi pri mnogokratnom vozdeistvii gusenichnykh dvizhitelei tekhnicheskogo oborudovaniia [Deformation of the operated layer of peat bed following repeated exposure to track units of technological machines]. *Trudy Vsesoiuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta torfianoi promyshlennosti*. Leningrad, 1989, iss. 63, pp. 112–119.
13. Malkov L.M., Kuznetsov N.V., Galkin A.I. Analiz faktorov proizvoditel'nosti transportnogo kompleksa v skheme s razdel'noi uborkoi [Analysis of factors of haulage complex performance within a scheme of separated removal]. *Trudy Vsesoiuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta torfianoi promyshlennosti*. Leningrad, 1987, iss. 58, pp. 16–23.
14. Malkov L.M., Kuznetsov N.V., Sheide V.P., Galkin A.I., Kalinin I.L., Lurkov V.M. Transport frezernogo torfa v tekhnologicheskoi skheme dobychi s razdel'noi uborkoi [Haulage of milled peat within a technological scheme of production with separated removal]. *Torfianiaia promyshlennost'*, 1987, no. 12, pp. 5–6.
15. Zangiev A.A., Lyshko G.P., Skorokhodov A.N. Proizvodstvennaia ekspluatatsiia mashinno-tractornogo parka [Production operation of machine-tractor fleet]. Moscow: Kolos, 1996. 319 p.
16. Telegov A.V., Mikhailov A.V., Kremchev E.A. Sistemnyi podkhod k issledovaniu torfianogo transportno-tractornogo agregata [System approach to research of peat hauling-and-tractor unit]. *Sbornik nauchnykh trudov "Teoreticheskie i prikladnye problemy nauki i obrazovaniia v 21 veke"*. Tambov: Biznes – Nauka – Obshchestvo, 2012, part 2, pp. 136–138.

Об авторах

Михайлов Александр Викторович (Санкт-Петербург, Россия) – доктор технических наук, профессор кафедры машиностроения Национального минерально-сырьевого университета «Горный» (199106, Санкт-Петербург, Васильевский о-в, 21-я линия, 2; e-mail: erc68@mail.ru).

Иванов Сергей Леонидович (Санкт-Петербург, Россия) – доктор технических наук, профессор кафедры машиностроения Национального минерально-сырьевого университета «Горный» (199106, г. Санкт-Петербург, Васильевский о-в, 21-я линия, 2; e-mail: lisa_lisa@mail.ru).

Габов Виктор Васильевич (Санкт-Петербург, Россия) – доктор технических наук, профессор кафедры машиностроения Национального минерально-сырьевого университета «Горный» (199106, г. Санкт-Петербург, Васильевский о-в, 21-я линия, 2; e-mail: gvv40@mail.ru).

About the authors

Aleksandr V. Mikhailov (Saint Petersburg, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Mechanical Engineering, National Mineral Resources University (University of Mines) (199106, St. Petersburg, 21st Line, Vasilevskii island, 2; e-mail: erc68@mail.ru).

Sergei L. Ivanov (Saint Petersburg, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Mechanical Engineering, National Mineral Resources University (University of Mines) (199106, St. Petersburg, 21st Line, Vasilevskii island, 2; e-mail: lisa_lisa@mail.ru).

Viktor V. Gabov (Saint Petersburg, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Mechanical Engineering, National Mineral Resources University (University of Mines) (199106, St. Petersburg, 21st Line, Vasilevskii island, 2; e-mail: gvv40@mail.ru).

Получено 14.01.2015

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Михайлов А.В., Иванов С.Л., Габов В.В. Формирование и эффективное использование машинного парка торфодобывающих компаний // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2015. – № 14. – С. 82–91. DOI: 10.15593/2224-9923/2015.14.9

Please cite this article in English as:

Mikhailov A.V., Ivanov S.L., Gabov V.V. Creation and efficient operation of machine fleet in peat-processing companies. *Bulletin of PNRPU. Geology. Oil & Gas Engineering & Mining*, 2015, no. 14, pp. 82–91. DOI: 10.15593/2224-9923/2015.14.9