

УДК 622.331:622.279.9

**А.В. Купорова, В.И. Смирнов, О.В. Пухова**

**ГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
РАСЧЕТНОГО КОЛИЧЕСТВА ЦИКЛОВ ДОБЫЧИ  
ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА\***

*Рассмотрены два варианта организации добычи фрезерного торфа в зависимости от метеорологических условий – проектируемый, когда планируется сохранение постоянной продолжительности цикла за счет дифференцирования глубины фрезерования, и существующий на предприятиях, когда глубина фрезерования остается примерно одинаковой в течение сезона и, как следствие, продолжительность сушки изменяется. Существующие методики определения расчетного количества циклов разработаны применительно к проектируемому варианту организации с постоянной продолжительностью цикла, т.е. с дифференцированием цикловых сборов. Изложена предлагаемая методика графического моделирования процесса сушки и организации работы технологических машин с целью определения расчетного количества циклов применительно к существующей на производстве организации процесса с постоянной глубиной фрезерования.*

*Ключевые слова: организация, добыча, торф, цикл, цикловой сбор, глубина фрезерования, графическое моделирование.*

---

**О**сновная задача технологического процесса добычи фрезерного торфа заключается в удалении максимального количества влаги из образованного при фрезеровании слоя в течение одного цикла. При этом необходимо стремиться к высокой вероятности завершения начатого цикла в периоды сезона без осадков. В соответствии с этими требованиями и на основе научно-исследовательских работ была установлена плановая продолжительность цикла (период времени от фрезерования до уборки включительно) двое суток для механического и одни сутки для пневматического принципа сбора фрезерного торфа с поверхности производствен-

ной площади [1]. При такой продолжительности цикла наиболее полно используются для естественной сушки торфа периоды между осадками. Погодные условия по потенциальным возможностям дней для сушки торфа меняются в достаточно широком диапазоне – от слабой категории с испаряемостью с поверхности почвенного испарителя системы Н.М. Топольницкого в среднем  $2,4 \text{ кг/м}^2$  за сутки до хорошей категории со средней испаряемостью  $6,3 \text{ кг/м}^2$ . Поэтому при проектировании торфяных производств предполагалась организация процесса добычи фрезерного торфа с дифференцированием глубины фрезерования: в дни со слабой кате-

---

\*Исследования выполнены при поддержке Минобрнауки России (соглашение 14.В37.21.1908).

горией сушки расчетная (нормативная) толщина сработки торфяной залежи должна снижаться, а при хорошей категории дней – увеличиваться. Это условие необходимо для сохранения плановой продолжительности цикла двое или одни сутки.

С учетом дифференцирования глубины фрезерования и постоянной продолжительности цикла научно-исследовательские организации разработали две основные методики определения расчетного количества циклов за сезон. Это методики бывшего Московского торфяного института (МТИ) и Всероссийского научно-исследовательского института торфяной промышленности (ВНИИТП). В основу определения нормативного количества циклов для проектирования торфяных производств была принята методика МТИ, разработанная в конце 30-х и начале 40-х гг. XX столетия [2]. Во второй половине XX века во ВНИИТП были выполнены широкие исследования по изучению метеорологических и технологических факторов, а также физико-механических свойств торфяной залежи, влияющих на сушку фрезерного торфа. В итоге была рекомендована современная методика расчета количества двухдневных циклов для четырех групп торфяной продукции [3]. На основе этой методики в нормы технологического проектирования были внесены изменения в проектное количество циклов [4].

Для обеспечения выполнения расчетного количества циклов при организации процесса с постоянной длительностью сушки на предприятиях необходимо было создать хорошо функционирующую метеорологическую службу, иметь фрезерующие машины, способные создать слой

торфяной крошки расчетной толщины и организовать непрерывный контроль за соблюдением технологических регламентов процесса. Особое внимание должно уделяться расчету глубины фрезерования по каждой технологической площадке с учетом времени начала цикла и прогноза погоды на предстоящие 48 ч по величине испаряемости с поверхности почвенного испарителя. Однако организация процесса с постоянной продолжительностью цикла при отсутствии автоматизированной системы управления и необходимых машин не была реализована в торфяном производстве. Практически на торфяных предприятиях глубина фрезерования торфяной залежи оставалась примерно одинаковой в течение сезона и, как следствие, менялась продолжительность технологического цикла. На предприятиях в лучшем случае снижают глубину фрезерования в начале сезона при повышенной влажности залежи и немного увеличивают в длительные периоды без осадков при уменьшении влажности верхнего слоя залежи. Анализ организации процесса показал, что во всех циклах сезона корреляционная зависимость между цикловыми сборами и фактической категорией дней сушки отсутствует.

В связи с фактической организацией процесса с постоянной глубиной фрезерования возникла необходимость разработки методики расчета количества циклов при организации процесса с переменной продолжительностью цикла. Такой метод, получивший название графического моделирования, был разработан для бункерных уборочных машин на кафедре геотехнологии и торфяного производства Тверского государственного

технического университета. В основу метода заложены рекомендации по разработке оперативных цикловых графиков организации добычи фрезерного торфа [5, 6]. Исходными показателями для определения расчетного количества циклов при организации процесса с постоянными цикловыми сборами служат фактические метеорологические данные за последние 30 лет:

- по температуре и относительной влажности воздуха в дневное время;
- психрометрической разности и скорости ветра также в дневное время (в 15 ч по летнему времени);
- среднесуточной температуре и количеству осадков.

Планирование времени от фрезерования торфяной залежи до уборки включительно производится по величине средней эффективной испаряемости с поверхности почвенного испарителя за один технологический цикл, которая рассчитывается по формуле

$$i_{э,ц} = i_{э,сп} \tau_{ц},$$

где  $i_{э,сп}$  – средняя эффективная испаряемость за сутки,  $\text{кг/м}^2$ ;  $\tau_{ц}$  – плановая продолжительность цикла, сутки.

Среднюю эффективную испаряемость за сутки можно предварительно определить при расчете количества циклов по методике ВНИИТП [3] или принять по специальным таблицам применительно к конкретному региону расположения торфяного производства. Затем для каждого дня 30-и летнего метеорологического ряда необходимо определить расчетные величины испаряемостей с поверхности почвенного испарителя ( $\text{кг/м}^2$ ) по эмпирической формуле

$$i_{и} = 0,7 \Delta t_{\phi},$$

где  $\Delta t_{\phi}$  – фактическое значение психрометрической разности в дневное время,  $^{\circ}\text{C}$ .

По методике графического моделирования дни, когда может выполняться уборка фрезерного торфа, оцениваются расчетным коэффициентом цикличности 0,125; 0,25; 0,375 или 0,50 (расчетный коэффициент цикличности характеризует ту часть площади, на которой можно выполнить уборку торфа при достижении кондиционной влажности и с учетом организации работы уборочных машин). Поэтому на графической модели вся производственная площадь разделяется на восемь частей –  $F_1, F_2, \dots, F_8$ .

На рис.1 приведена небольшая часть графической модели, на которой по оси абсцисс указаны даты и часы суток, а по оси ординат – площадь и суммарная испаряемость с поверхности почвенного испарителя. Интенсивность сушки в течение дня меняется: в утренние часы она возрастает, с 12 до 17 ч по летнему времени остается примерно одинаковой, а затем медленно уменьшается. Для расчета коэффициентов цикличности нами принята линейная зависимость хода суточной испаряемости с 9 до 17 ч по летнему времени. Такой период согласуется с двухсменной работой технологических машин (с 9 до 17 и с 17 до 1 ч ночи).

Фрагмент графической модели на рис. 1 построен из условия просушки торфяной залежи после осадков к утру 7 июня. Определение сроков возобновления технологических циклов после осадков выполняется в соответствии с рекомендациями ВНИИТП по величине испаряемости со времени

прекращения осадков до фрезерования торфяной залежи (рис. 2).

На рис. 1 линия суммарной испаряемости построена при фактической испаряемости 7,06 в количестве 4,7 кг/м<sup>2</sup>, а в следующие два дня соответственно 4,9 и 5,5 кг/м<sup>2</sup>. Линии уборки (—) и фрезерования (---) нанесены по условию плановой работы технологических машин, т.е. выполнения этих операций за одну смену на *j* части имеющейся площади. Окончание сушки фрезерного торфа, т.е. нанесение на графике точек готовности к уборке, определяется на каждой площадке по следующей методике: в момент времени фрезерования середины какой-либо площади по графику устанавливается суммарная испаряемость ( $\sum I_{и.ф}$ ) и к ней прибавляется расчетная величина за один технологический цикл сушки ( $i_{с.ш}$ ). В рассматриваемом фрагменте графика эффективная испаряемость за цикл принята 8,0 кг/м<sup>2</sup>. Например, в середине площади  $F_1$  фрезерование торфяной залежи выполнено в 11 ч 7 июня, когда суммарная испаряемость в соответствии с графиком составляла 1,0 кг/м<sup>2</sup>. К этой величине приплюсовываем расчетную цикловую испаряемость (8,0 кг/м<sup>2</sup>) и получаем суммарную 9,0 кг/м<sup>2</sup>. В соответствии с графиком это значение суммарной испаряемости будет достигнуто в 16 ч 8 июня. В это время и ставится точка готовности фрезерного торфа к уборке на середине площади  $F_1$ . Аналогично время готовности торфа к уборке определяется и по другим площадям. В соответствии со сложившимися погодными условиями, влияющими на интенсивность сушки, фрезерный торф

будет подготовлен к уборке 9 июня на площадях  $F_2, F_3, F_4$  и  $F_5$ .

Из графика на рис. 1 следует, что площади  $F_3$  и  $F_4$ , зафрезерованные в вечерние и ночные часы при отсутствии сушки, на следующий день одновременно входят в процесс сушки и 9 июня в одно и то же время подготовлены к уборке. А так как количество уборочных машин рассчитано из условия выполнения этой операции за двое суток, то происходит задержка в уборке и, как следствие, недоиспользование потенциальных возможностей естественной сушки (на графике эти потери 9 июня заштрихованы). Расчетный коэффициент цикличности 8 июня составил  $C_t = 1/8 = 0,125$ , а  $9,06 - C_t = 3/8 = 0,375$  (в числителе указывается расчетное количество площадок, на которых торф высушен и может быть убран по условию организации работы уборочных машин). Расчетное количество циклов определяется как сумма коэффициентов цикличности  $n_u = \sum_{i=1}^t C_{ti}$  (здесь: *t* –

число дней в сезоне, когда по расчету может выполняться уборка торфа). Построение графической модели начинают за 10 дней до нормативного срока начала сезона, а суммируют коэффициенты цикличности в пределах нормативных сроков [4].

Расчеты по определению возможного количества циклов методом графического моделирования процесса добычи фрезерного торфа с применением бункерных уборочных машин позволили констатировать, что при организации процесса с постоянными цикловыми сборами и переменной продолжительностью цикла, а также принимая во внимание расчет-

ную производительность уборочных машин, возможное количество циклов за сезон снижается на 10–15 % по сравнению с рассчитанными значениями в соответствии с методикой

ВНИИТП, которая предусматривает дифференцирование глубины фрезерования в каждом цикле и не учитывает организацию работы технологических машин.

---

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Варенцов В.С.* Технология производства фрезерного торфа/ В.С.Варенцов, А.В.Лазарев. М.: Недра, 1970. 288 с.

2. *Справочник* по торфу: по ред. А.В.Лазарева и С.С. Корчунова. М.: Недра, 1982. 760 с.

3. *Методика* расчета количества циклов добычи фрезерного торфа и эффективной испаряемости. Л.: Изд-во ВНИИ торфяной промышленности, 1981. 44 с.

4. *Нормы* технологического проектирования предприятий по добыче торфа.

ВНТП 19-86. М.: Изд-во МТП РСФСР, 1986. 117 с.

5. *Смирнов В.И.* Управление процессом разработки торфяных месторождений: учебное пособие для вузов/ В.И.Смирнов. М.: Недра, 1985. 224 с.

6. *Беляков В.А.* Организация технологического процесса добычи фрезерного торфа: учебное пособие/ В.А.Беляков, В.И.Смирнов. Тверь: ТГТУ, 2006. 100 с.

ГИАБ

---

#### КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

*Купорова Александра Владимировна* – аспирант, borale@inbox.ru,

*Смирнов Виталий Иванович* – кандидат технических наук, доцент, peatpro@gmail.com

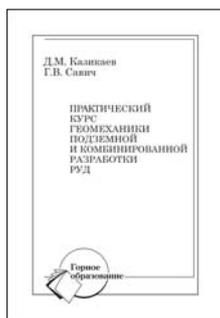
*Пухова Ольга Владимировна* – кандидат технических наук, доцент, ovpuhova@mail.ru

Тверской государственной технической университет, кафедра «Геотехнология и торфяное производство»



---

#### ГОРНАЯ КНИГА



#### Практический курс геомеханики подземной и комбинированной разработки руд

Д.М. Казикаев, Г.В. Савич

2013 г., 2-е издание

224 с.

ISBN: 978-5-98672-341-9

UDK: 622.272:622.83

Рассмотрены наиболее характерные задачи геомеханики подземной и комбинированной разработки рудных месторождений. В каждой главе изложена методика решения одной или нескольких однотипных задач, также содержится информация об их месте и значимости в общем процессе освоения рудного месторождения.

*Д.М. Казикаев* — д-р техн. наук, профессор кафедры «Технология подземной разработки рудных и нерудных месторождений» Московского государственного горного университета.

*Г.В. Савич* — старший преподаватель этой же кафедры.

Для студентов вузов, обучающихся по специальности «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых» направления подготовки «Горное дело».