

**ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ ПО ВОЗДЕЙСТВИЮ  
НА ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МАШИНЫ  
НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АГРЕГАТИВНОЙ МОДЕЛИ**

**Горлов И. В., Полетаева Е.И.**

*Тверской государственный технический университет, г. Тверь*

*Предлагается новый подход к процессу принятия решений при эксплуатации технологических объектов на основе моделей машин, что обеспечивает наивысшую эффективность их использования в сезон добычи.*

Система планово-предупредительного обслуживания и ремонтов, которая в настоящее время используется при эксплуатации различных технологических машин в нашей стране, не обеспечивает оптимального использования ресурсов, так как не учитывает квалификацию операторов, индивидуальное состояние каждой машины и влияние неблагоприятных погодных факторов.

Оптимальное решение задачи по распределению ресурсов при эксплуатации МДТ (машины для добычи торфа) возможно только при моделировании функционирования технологического объекта и использования специальных технических средств диагностики, обеспечивающих качественный сбор и обработку информации.

В процессе эксплуатации любая технологическая машина взаимодействует с окружающей средой, оператором и объектом работы, при этом она теряет свою работоспособность, что требует затрат на восстановление, которые особенно велики в случае непредвиденных отказов торфяных машин, когда нарушается технологический процесс добычи. Поэтому в период эксплуатации необходимо максимально использовать благоприятные для добычи торфа дни, обеспечивая безотказную работу технологических машин на месторождении.

Отказы технологических машин являются результатом воздействия большого количества факторов, как объективных, зависящих от состояния и изменения параметров элементов конструкции, так и субъективных (организация работ, воздействия операторов на объект с целью поддержания его работоспособности и др.). Эти факторы воздействия (ФВ) необходимо учитывать при эксплуатации МДТ, т.к. они влияют не только на сам технологический объект, но и на технологическую систему в целом.

Влияние всех этих факторов необходимо учитывать при создании модели технического объекта, на которой можно отработать возможные ситуации, возникающие при реальной эксплуатации торфяных технологических машин, в том числе с учётом случайного распределения ФВ во времени.



Для работы модели системы необходимо ввести дату начала расчётов, что позволяет определить количество оставшихся рабочих дней в сезоне добычи торфа и текущий месяц, по которому будет определяться число метеонеблагоприятных дней. Если технологическая машина новая или из капитального ремонта, то в ячейку «Нарботка» вводится 0, если машина – не новая, то вводится наработка основных агрегатов (в случае их замены или ремонта) в моточасах.

Интерфейс предусматривает ввод информации об операторе, который будет работать на этой машине. Если оператор имеет высокую квалификацию, то при расчёте возникновения отказа используется понижающий коэффициент (0,8), в противном случае используется повышающий коэффициент (1,2). При отсутствии информации об операторе расчёт будет проходить по средним показателям, установленным для соответствующего предприятия.

Далее вводится количество рабочих дней в сезон добычи торфа (зависит от региона добычи) и коэффициент перехода от дней к наработке в часах, который зависит от сменности конкретной машины и коэффициента внутрисменного использования (по статистике предприятия). Также необходимо ввести количество неблагоприятных дней по метеоусловиям в соответствии с месяцем эксплуатации и среднее число простоев по организационным причинам (по статистике предприятия). Для конкретной машины вводится периодичность и трудоёмкость технического обслуживания (ТО).

После ввода внешних данных устанавливаются условия расчёта: с учётом совпадения дней ТО и ремонтов с метеонеблагоприятными днями, без их учёта или с учётом смещения наработки до ТО и ремонта.

В программе, реализующей разработанную модель, внутреннее состояние технологической системы меняется дискретно через один час. Модуль «Погода» с помощью генератора случайных чисел определяет состояние погоды на текущий час. Если погода неблагоприятная, то продолжительность таких условий определяется по среднестатистическим данным для региона и учитывается при переходе системы на следующий шаг (час). Если погода благоприятная, то модуль выдаёт соответствующее сообщение в основную программу, где по данному параметру формируется команда о возможности эксплуатации технологической системы.

В модуле «Организационных потери» генератор случайных чисел определяет возможность эксплуатации машины. Если эксплуатация невозможна, то продолжительность такого состояния определяется по среднестатистическим данным предприятия и учитывается при следующем шаге изменения состояния системы. Количество организационных потерь связано со средним временем перебазирования техники с участка добычи торфа на другой участок и средней продолжительностью добычи на месторождении.

Модуль «Восстановления работоспособности» осуществляет проверку состояния основных элементов системы, влияющих на безотказность технологической машины. Для каждого элемента генератор случайных чисел устанавливает состояние: исправен или неисправен. Вероятность возникновения неисправности зависит от наработки элемента, если наработка менее 50 % ресурса, то вероятность отказа невысокая (берётся из статистических данных соответствующего узла для установленной наработки). Если наработка от 50 до 70 %, то вероятность отказа возрастает, а если наработка более 70 % от ресурса узла, то вероятность отказа – самая высокая. В том случае, если элемент неисправен, то формируется соответствующее сообщение и трудоёмкость восстановления в часах.

Отказ одновременно нескольких элементов возможен, если они влияют друг на друга. Например, выход из строя подшипника опорного колеса может привести к поломке сопряжения подшипника с опорной осью и самого колеса. В остальных случаях считается, что одновременный отказ двух не связанных между собой элементов невозможен.

Трудоёмкость восстановления элементов системы зависит от категории отказа. Отказ первой категории может быть устранен непосредственно оператором машины без применения дополнительных средств восстановления. Отказ второй категории может быть устранён ремонтной бригадой непосредственно на месторождении с использованием специального оборудования. Отказ третьей категории может быть устранён только в условиях ремонтных мастерских, то есть требуется эвакуация машины с месторождения, что приводит к самым большим потерям. Информация о трудоёмкости восстановления конкретного элемента системы и возможная связь с другими элементами хранится в специальной базе данных системы.

Модуль «Восстановление работоспособности» проверяет состояние всех элементов системы и формирует сообщение: «Работоспособен» или «Неработоспособен». Если система неработоспособна, то формируется код отказа и трудоёмкость восстановления работоспособности, которая учитывается при последующих шагах работы системы.

После выполнения расчётов по определению состояния системы на текущее время выполняется следующий шаг программы, при этом определяется новое состояние системы. Расчёты продолжаются до времени окончания сезона добычи торфа. По результатам расчёта система выдаёт количество часов добычи и количество простоев из-за влияния ФВ на технологическую систему за сезон добычи.

Достоинством предлагаемой модели является возможность получения и анализа информации работы технологической машины за сезон с учётом как внешних факторов (погодные условия, организационные поте-

ри и др.), так и внутреннего состояния объекта (отказы и обслуживание элементов) (рис. 2).

Здесь, если машина достигла наработки  $t_1$ , то требуется проведение ТО-1, но при этом узел  $N_1$  имеет остаточный ресурс до предельного состояния  $t_2 - t_1$  (его не достаточно до следующего ТО). Если при проведении ТО-1 узел  $N_1$  не обслужить или отремонтировать, то при наработке  $t_2$  технологическую машину нужно ставить на ремонт. При этом нарушается технологический процесс добычи торфа и машина, которая могла бы работать в метеоблагоприятных условиях, будет находиться на ремонте. Если узел  $N_1$  отремонтировать при проведении ТО-1, то весь установленный ресурс он не отработает, т.е. часть его стоимости будет потеряна, но в этом случае машина будет работать в метеоблагоприятных условиях.

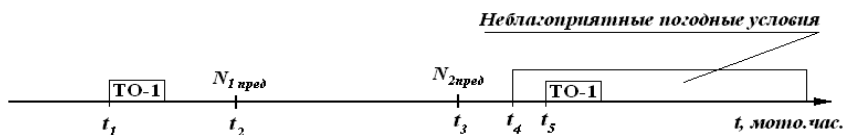


Рис. 2. Возможное распределение во времени состояния МДТ

Если стоимость произведённых машиной работ выше остаточной стоимости узла, то информационная система предложит провести ремонт или обслуживание при наработке  $t_1$  в процессе соответствующего ТО. Если наработка машины будет  $t_3$ , то диагностируемый элемент торфяной машины  $N_2$  достигнет состояния, когда его надо будет обслужить. Допустим, что данный элемент имеет возможность превышения наработки до обслуживания на 10% свыше установленной нормы (например, регулировка зазора в подшипнике), в этом случае выгоднее доработать до  $t_4$ , когда будут неблагоприятные метеосостояния для работы машины и провести обслуживание этого элемента. Для таких элементов в модели предусмотрена специальный ключ, и при расчёте технического состояния технологической машины в конкретный момент времени система разрешит продолжить эксплуатацию, выдав соответствующее сообщение в диалоговом окне (если расчёт ведётся со смещением наработки до ТО).

Модель технологической машины работает с шагом в один час, то есть состояние объекта может изменяться через один час, а внутри часа состояние машины считается стационарным.

Просчитав на модели все возможные варианты состояния технологического объекта можно с высокой долей вероятности принять правильное решение об условиях эксплуатации реальной машины. Отработка на модели возможных вариантов решений при эксплуатации торфяных технологических машин может существенно увеличить эффективность их

использования, что обеспечит повышение конкурентоспособности всей торфяной индустрии.

Литература

1. Павлов В.В. CALS – технологии в машиностроении (математические модели) - М.: Издательский центр МГТУ «СТАНКИН», 2002. 328 с.

УДК 623.223

## **УСЛОВИЯ ВЫХОДА БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ В УСТАНОВИВШИЙСЯ РЕЖИМ ШНЕКОВОГО БУРЕНИЯ**

<sup>1</sup> Казаченко Г.В., <sup>1</sup> Нагорский А.В., <sup>1</sup> Басалай Г.А., <sup>2</sup> Шульдова С.Г.

<sup>3</sup> Ярмолинский В.К.

<sup>1</sup> Белорусский национальный технический университет, <sup>2</sup> Институт управления, г. Минск, <sup>3</sup> ЧУП “Институт горного дела”, г. Солигорск

*Целью работы является теоретическое обоснование соотношений между конструктивными и режимными параметрами буровой установки, позволяющими в конкретных геолого-технических условиях обеспечивать максимально возможную механическую скорость бурения[1]. В данных материалах приведено обоснование соотношений между геометрическими и кинематическими параметрами шнековой бурильной колонны и физическими свойствами породы, обеспечивающих выход буровой установки в установившийся режим бурения.*

Процесс шнекового бурения включает в себя разрушение породы на забое скважины путем ее взрыхления или резания буровым долотом и одновременное транспортирование продуктов разрушения из скважины шнековым буровым ставом. Движение разрыхленной породы относительно вращающегося шнекового бурового става вверх обусловлено подпором ее со стороны долота и превосходством силы трения породы о стенку скважины над силой трения о винтовую поверхность шнека. В результате этого порода, проскальзывая относительно вращающейся винтовой поверхности шнека, поднимается ею к устью скважины. Из практики бурения известно[2], что эффект транспортирования породы шнеком начинает наблюдаться только при скоростях вращения бурильной колонны больших некоторого критического значения. При меньших угловых скоростях, порода вращается вместе со шнековым ставом, но вверх не поднимается.

Необходимыми условиями выхода буровой установки в установившийся режим бурения, при котором весь объем выбуренной породы стабильно выносится шнеком из скважины, являются достаточный запас мощности привода бурильной колонны и балансовое соответствие производительности шнекового транспортера производительности бурового