

цеолитовых туфов с известью при нормальных условиях и при пропаривании выявлено формирование гидросиликатов типа C-S-H, гидроалюминатов кальция C_4AH_x . В присутствии гипса дополнительно формируются гидросульфогидроалюминаты кальция AFt и AFm фаз. Установлено, что количество образующегося геля C-S-H прямопропорционально степени цеолитизации породы. В автоклавных условиях наряду с ксонотлитом, гидро-

гранатами и гидроалюминатами кальция образуется алюминий-замещенный тоберморит, снижающий морозостойкость силикатного кирпича. Поэтому тепловую обработку цеолитсодержащего стенового камня предложено осуществлять без избыточного давления.

Амосова Л.Н. – к.т.н., доцент, Алтайский государственный технический университет, E-mail: larisa1708@bk.ru.

УДК 69.003.13:338.5

ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИНИМАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА КОМПЕНСАЦИЮ ПРОСТОЕВ

О.С. Анненкова

В статье рассматривается методика расстановки парка машин при выполнении земляных работ на основе критерия минимума условных суммарных затрат на компенсацию простоев машин и объектов.

Ключевые слова: комплект-модуль, парк машин для земляных работ, затраты на компенсацию простоев машин и объектов.

При определении сроков выполнения строительных работ необходимо использовать критерии эффективности, учитывающие потери в связи с изменением начала работ относительно графика. Изменение сроков, невыгодное с позиции эффективности строительных работ на отдельном объекте, может оказаться достаточно экономичным решением с точки зрения отрасли производства в целом. Сохранение сроков при недостаточности производственного потенциала требует затрат на его увеличение, которые могут оказаться выше потерь, возникающих в связи с отклонением фактических сроков строительства от их нормативных значений.

Несвоевременность выполнения работ на объектах вызывают существенные потери в строительном производстве: от увеличения продолжительности работ; от увеличения затрат при выполнении последующих специализированных работ (из-за необходимости увеличения скорости их производства); от снижения уровня использования основных фондов. При учете указанных потерь возникают определенные сложности, связанные с отсутствием необходимой информации.

В качестве критерия эффективности расстановки комплектов машин по объектам принята суммарная величина условных затрат на компенсацию простоев [1]. Этот критерий позволяет сопоставить затраты на ком-

пенсацию простоев машин при отсутствии заявок на производство работ с условными затратами на компенсацию простоев объектов в ожидании начала выполнения работ при нехватке машин.

Целевая функция с учетом принятого критерия эффективности имеет вид

$$Z = T_{np}^{K-M} C^{K-M} + T_{np}^{об} C^{об} \rightarrow \min \quad (1)$$

при ограничениях:
полного выполнения объемов работ

$$P_{обобщ}^{K-M} N_{П}^{K-M} t_p^{K-M} \geq V_{обобщ}, \quad (2)$$

соблюдения скорости выполнения работ

$$P_{обобщ}^{K-M} N_{П}^{K-M} \geq G^{np}, \quad (3)$$

оптимального использования расчетных комплектов-модулей

$$N_{\min}^{K-M} \leq N_{П}^{K-M} \leq N_{\min}^{K-M}, \quad (4)$$

где Z – суммарная величина затрат на компенсацию простоев машин и объектов, руб.;
 T_{np}^{K-M} – число смен простоя комплектов-

модулей; $C^{к-м}$ – стоимость одной смены простоя расчетного комплекта-модуля, руб.; $T_{np}^{об}$ – число смен простоя объектов;

$C^{об}$ – условная стоимость одной смены простоя фронта работ на строительных объектах руб.; $N_{П}^{к-м}$ – число расчетных комплектов-модулей в составе парка машин; $t_p^{к-м}$ – число рабочих смен одного расчетного комплекта-модуля за плановый период.

При разработке предлагаемой модели следует считать, что: простой объекта происходит непрерывно с момента начала работ на других объектах и до момента завершения работ хотя бы одного из комплектов машин и перебазирования его на простаивающий объект; простой комплектов-модулей происходит непрерывно с момента начала работы на объектах такого их количества, которое необходимо для выполнения земляных работ с заданной интенсивностью.

С учетом стоимости простоя одной смены расчетного комплекта-модуля целевая функция (1) представлена в следующем виде

$$Z = T_{np}^{к-м} \left(\frac{Z_n + C_{км} L}{D_{ср} K_{см}} + \frac{\Gamma + E_n K}{D_{раб}^{зод} K_{см}} + C_{зпл} t_{см} \right) + T_{np}^{об} C^{об} \rightarrow \min, \quad (5)$$

где Z_n – затраты, связанные с перебазированием машин комплекта, не зависящие от расстояния перебазирования, руб.; $C_{км}$ – затраты, связанные с перебазированием, приходящиеся на 1 км расстояния, руб.; L – расстояние перебазирования комплектов машин, км; $D_{ср}$ – среднее количество рабочих дней, приходящееся на одну перебазировку комплектов; $K_{см}$ – коэффициент сменности работы комплектов; Γ – годовые затраты, руб.; K – капитальные затраты (стоимость машин комплекта), руб.; $D_{раб}^{зод}$ – количество рабочих дней в году расчетного комплекта-модуля; $C_{зпл}$ – затраты на заработную плату, руб./час; $t_{св}$ – продолжительность рабочей смены, час.

Целевая функция (5) с наложенными на нее ограничениями (2–4) составляет математическую модель задачи рациональной расстановки комплектов землеройных машин по объектам строительства.

Для рациональной расстановки комплектов машин по строительным объектам необходимо адекватно описать как организационно-технологические процессы, так и процессы управления производством работ. Все традиционные методы математического программирования требуют аппроксимации основных функциональных зависимостей и связей. При этом применяется сложный математический аппарат. Этого недостатка лишено имитационное моделирование [2]. В имитационной модели имеется возможность отразить объемно-планировочные характеристики объекта, а также многовариантность организации и технологии производства работ.

При выполнении земляных работ на конкретном объекте основными факторами эффективности производства работ являются объемы и заданные сроки их выполнения. Варианты производства земляных работ отличаются друг от друга структурой работ и типами применяемых машин.

С целью оценки возможных вариантов расстановки комплектов машин по объектам производства земляных работ используем машинную имитацию процессов выполнения работ [3]. В основу машинной имитации закладывается математическая модель (5), которая по соответствующему алгоритму многократно реализуется на ЭВМ при изменении входных параметров.

Для рациональной расстановки комплектов машин по объектам необходимы сведения о сроках завершения работ на объектах. На основании этих данных устанавливаются технологически обусловленные сроки начала и завершения земляных работ на каждом из объектов.

Строительный объект характеризуется объемно-планировочными характеристиками и условиями производства земляных работ. Простой учет всех характеристик объекта и условий выполнения работ усложняет имитационную модель.

При формализованном описании процессов выполнения земляных работ принимаем для характеристики объектов обобщенный объем копания грунта, выраженный в обобщенных m^3 .

На каждом строительном объекте земляные работы может одновременно выполнять определенное количество комплектов машин. Этот предел – максимальное технологически допустимое количество комплектов машин. На его величину наибольшее влияние оказывают условия производства земляных работ на объекте. Строительные объекты, как

правило, характеризуются стесненностью производства работ. На большей части таких объектов может одновременно работать 1-2 комплекта машин.

На крупных объектах, с объемом земляных работ более 20 тыс. м³ могут одновременно, высокопроизводительно, не мешая друг другу, работать более двух комплектов машин. В рассматриваемой модели максимальное технологически допустимое количество комплектов машин, одновременно работающих на объекте, равно трем.

Различные марки машин для производства земляных работ усложняют имитационную модель и *требуют больших затрат* времени на ее реализацию.

Для устранения этого недостатка используем метод формального описания процессов расстановки комплектов машин по строительным объектам. В качестве условной структурной единицы парка машин принят расчетный комплект-модуль, имеющий оптимальный состав и постоянную производительность для определенных условий выполнения земляных работ.

Исходными данными при формальной постановке задачи являются:

а) для характеристики объектов:

n – число строительных объектов ($j = 1, n$);
 V_j – объемы земляных работ на объектах, обобщ. м³; T_j – нормативные сроки выполнения работ на объектах, смен; L_{jj} – взаимные расстояние между объектами, км; K_j – максимальное технологически допустимое число расчетных комплектов-модулей, возможное для назначения на объекты; $C^{об}$ – условная стоимость одной смены простоя фронта работ на строительных объектах руб.;

б) для характеристики парка машин:

$\Pi_{обобщ}^{к-м}$ – сменная эксплуатационная производительность расчетного комплекта-модуля, обобщ. м³/см; $N_j^{к-м}$ – число расчетных комплектов-модулей в составе парка машин; $C^{к-м}$ – стоимость одной смены простоя расчетного комплекта-модуля, руб.

В результате решения задачи определяется необходимое количество расчетных комплектов-модулей для выполнения работ на каждом из объектов.

Вариант расстановки комплектов-модулей по строительным объектам считается рациональным, при котором величина

условных суммарных затрат на компенсацию простоев машин и объектов минимальна.

Переход к реальным комплектам машин осуществляется по ранее разработанной методике с использованием переводных коэффициентов и учетом зон рационального использования комплектов машин.

В каждом конкретном случае выбор рационального варианта расстановки зависит от наличия машин в парке, количества и параметров объектов строительства.

Выводы:

1. Разработан метод формального описания процессов производства земляных работ на основе анализа условий выполнения работ землеройными машинами и проведенной типизации объектов строительства.

2. Использование показателя обобщенного условного объема копания позволило провести суммирующий учет выполненных объемов различных видов земляных работ, типа применяемых машин и условий производства работ.

3. Использование обобщенного условного комплекта-модуля в качестве структурной единицы парка машин позволило значительно упростить описание процессов производства земляных работ и процессов расстановки комплектов машин по строительным объектам.

4. Разработана методика расстановки парка машин при выполнении земляных работ, позволяющая получить рациональные варианты расстановки комплектов-модулей по объектам на основе критерия минимума условных затрат на компенсацию простоев машин и объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Расчеты экономической эффективности применения машин в строительстве / Под ред. С.Е. Канторера. – М.: Стройиздат, 1992. – 482 с.
2. Шеннон, Р.С. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1998. – 418 с.
3. Полисюк, Г.Б. Экономико-математические методы в планировании строительства. – М.: Стройиздат, 1986. – 272 с.

Анненкова О.С. – к.т.н., доцент, Алтайский государственный технический университет, E-mail: 222-ru@mail.ru.