

В.А. ПЕНЧУК, докт. техн. наук,
В.М. ДАЦЕНКО, ас., **И.В. ГОЛУБОВ** инж.

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

МЕТОДОЛОГИЯ ВЫБОРА СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ МАЛООБЪЕМНЫХ И РАССРЕДОТОЧЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ И КОМУНАЛЬНЫХ РАБОТ

Постановка проблемы. При выполнении малообъёмных и рассредоточенных работ материальные и временные затраты на перебазировку машины с объекта на объект могут быть столь велики, что её эксплуатация может быть экономически невыгодной.

Основная часть. Величины указанных затрат зависят как от объёмов работ на j -ом объекте, так и от расстояния его нахождения от основной базы L_j , производительности и мобильности машины (рис.1).

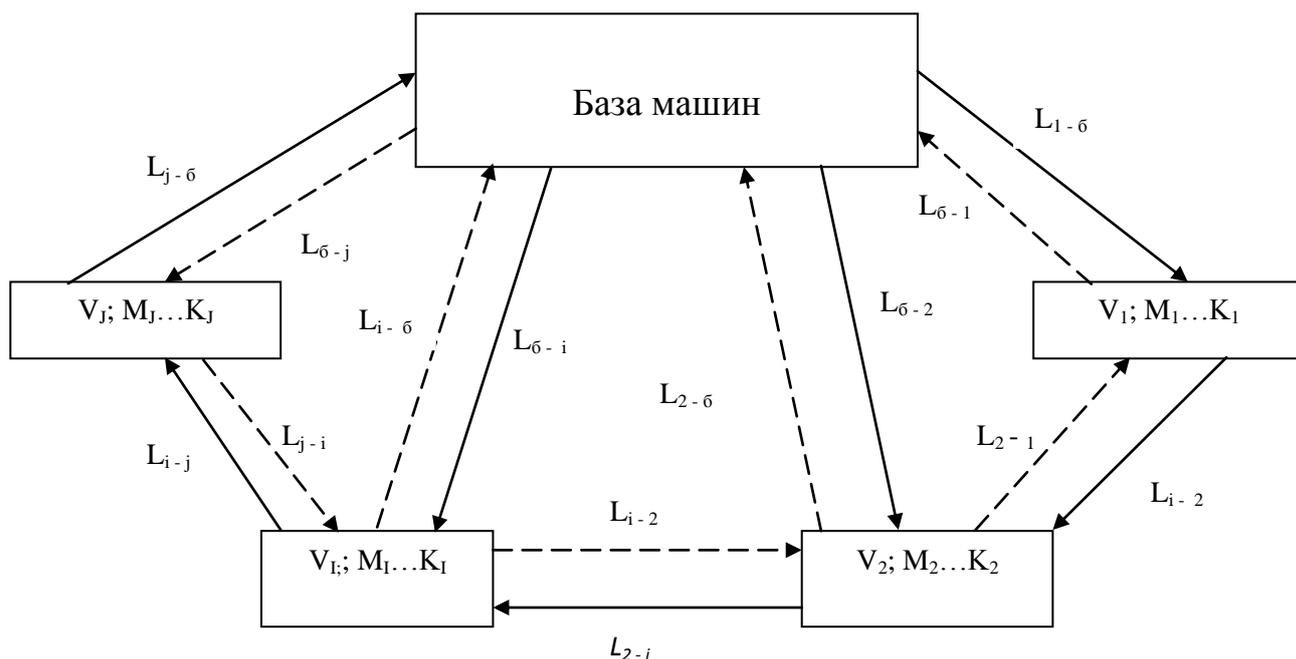


Рис. 1. Варианты эксплуатации строительной машины: L_{i-j} – расстояние перебазировки с i -го на j -ый объект; $V_i; M_i; \dots; K_i$ – соответственно виды работ на строительном объекте.

Первые серьёзные попытки анализа влияния объёмов работ и их рассредоточения сделаны в работах В.М. Донского [1], которым был предложен коэффициент рассредоточения. Характеризующий относительное снижение производительности

машины при выполнении рассредоточенных работ по сравнению с затратами времени на выполнение сосредоточенных работ равного объема.

$$K_p = \frac{t_0}{t_0 + t_{пер} + t_{п.з}}, \quad (1)$$

где t_0 - затраты времени на выполнение определённого объема работ ; $t_{пер}$ - затраты времени на перебазировку машины; $t_{п.з}$ - затраты времени на подготовительно-заключительные работы перед перебазировкой машины.

Как видим, в данном случае K_p – это какая-то временная, а не экономическая характеристика объекта.

Впервые в работе [2] предлагается ввести такие характеристики строительного объекта, как коэффициенты объемности и рассредоточения. В работах [3, 4, 5] показано, что предлагаемые коэффициенты имеют недостаточное обоснование и требуют уточнения.

В общем случае предложено коэффициент рассредоточения объекта производства строительных работ можно представить как:

$$K_p = \frac{C_{п.з} + C_{пер} \cdot L_j}{V_j \cdot \gamma_V}, \quad (2)$$

где $C_{п.з}$ – стоимость подготовительно-заключительных работ по перебазировке машины ; $C_{пер}$ - стоимость перебазировки машины на 1 км; L_j - дальность перебазировки машины на j -й объект ; V_j - объем работ на j -ом объекте K_p ; γ_V - стоимостный эквивалент строительных работ.

Коэффициент рассредоточенности стремится $K_p \rightarrow \min$ при $L_j \rightarrow \min$, а когда объем работ на объекте $V_j \rightarrow \max$. Если годовая производительность машины $\Pi_t^i \geq V_j$, то строительная машина перебазировается на объект всего один раз. Тогда:

$$K_p = \frac{C_{п.з} + C_{пер} \cdot L_j}{\Pi_{см}^V \cdot T_{рj} \cdot \gamma_V}, \quad (3)$$

где $\Pi_{см}^V$ - сменная эксплуатационная производительность машины; $T_{рj}$ – число рабочих смен в году.

Предложенная методика позволяет классифицировать объекты по их объемам и дальности расположения. В настоящее время актуальным вопросом для всех стран мира является переработка бытовых отходов [6, 7, 8]. Разработаны различные технологии и машины для переработки бытовых отходов. Методология выбора

рациональных машин для выполнения работ в строительстве и коммунальном хозяйстве с учетом их объемов и дальности расположения одинакова.

В общем случае функцию эффективности той или иной технологии переработки ТБО можно представить как:

$$\mathcal{E}^{ТБО} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \Pi_{ij} \cdot \gamma_{ij} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} \rightarrow \max, \quad (4)$$

где Π_{ij} - производительность переработки i -бытовых отходов по технологии j ; γ_{ij} - договорная цена того или иного i -го вида бытовых отходов по технологии j ; C_{ij} - затраты материальных и энергетических затрат связанные с переработкой i -го вида отходов по j -технологии.

Для выявления наиболее рациональной технологии переработки бытовых отходов технологии переработки бытовых отходов должен быть проведен анализ j -направлений движения ТБО.

Если принять, что во всех технологиях после разделения на фракции, количество и качество последних одинаково, то можно принять

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \Pi_{ij} \cdot \gamma_{ij} \approx \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \Pi_{i(j+1)} \cdot \gamma_{i(j+1)} \rightarrow \max, \quad (5)$$

Каждый конкретный объект (школа, институт, больница база отдыха, район, город и т.п.) имеет свои определенные характеристики ТБО по объемам, характеру сбора, дальности расположения и т.д., однако всегда необходимо производить работы эффективно и с минимальными затратами.

В общем виде функцию оптимизации затрат связанных с переработкой ТБО можно представить как:

$$C_{уд}^{ТБО} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij}}{\sum_{i=1}^k \Pi_{ij} \cdot \gamma_{ij}} \rightarrow \min, \quad (6)$$

где C_{ij} - затраты материальных и энергетических ресурсов связанных со сбором, транспортировкой $\sum_{i=1}^k \Pi_{ij}$ количества ТБО.

В этом случае эффективность j -технологии зависит только от конкретных материальных и энергетических затрат.

$$\sum C_{od2} = C_{нак}^j + C_{погр}^j + C_{дост}^j + C_{сорт}^j, \quad (7)$$

где $C_{нак}^j$; $C_{погр}^j$; $C_{дост}^j$; $C_{сорт}^j$ - соответственно материальные и энергетические затраты ресурсов на накопление, погрузку, доставку и сортировку ТБО по j -технологии.

В случае повышения производительности переработки ТБО соответственно изменяются и удельные затраты. Для определения рациональной технологии переработки ТБО в конкретных условиях с учетом их объемов и дальности доставки необходимо установить уровень удельных затрат по j -му направлению.

$$\frac{\sum_{i=1}^n C_{od2}}{\sum_{i=1}^n \Pi_n^j} = \frac{C_{нак}^j}{\sum_{i=1}^n \Pi_i^j} + \frac{C_{погр}^j}{\sum_{i=1}^n \Pi_i^j} + \frac{C_{дост}^j}{\sum_{i=1}^n \Pi_i^j} + \frac{C_{сорт}^j}{\sum_{i=1}^n \Pi_i^j}, \quad (8)$$

При изменении объем переработки ТБО, дальности их транспортировки соответственно изменяются и удельные затраты. Для определения рациональной технологии переработки бытовых отходов необходимо рассматривать движение ТБО по всем возможным направлениям и взять частные производные от функций

$$\begin{aligned} \frac{d(\sum C_{od2}^1)}{d(\sum_{i=1}^n \Pi_n^1)} &= 0 \\ \frac{d(\sum C_{od2}^2)}{d(\sum_{i=1}^n \Pi_n^2)} &= 0, \\ &\dots \\ \frac{d(\sum C_{od2}^j)}{d(\sum_{i=1}^n \Pi_n^j)} &= 0 \end{aligned} \quad (9)$$

Корни системы уравнений можно представить в виде системы уравнений

$$\begin{aligned}
C_{jil} &= f(P_{i1}^1; P_{i1}^2; P_{i1}^3 \dots P_{i1}^n) \cdot \sum_{i=1}^n \Pi_{i=1}^1 \\
C_{ji2} &= f(P_{i2}^1; P_{i2}^2; P_{i2}^3 \dots P_{i2}^n) \cdot \sum_{i=1}^n \Pi_{i=2}^2, \\
&\dots\dots \\
C_{jin} &= f(P_{in}^1; P_{in}^2; P_{in}^3 \dots P_{in}^n) \cdot \sum_{i=1}^n \Pi_{i=n}^n
\end{aligned} \tag{10}$$

где $P_{i1}^1; P_{i1}^2; P_{i1}^3 \dots P_{in}^n$ - коэффициенты, каждый из которых является функцией текущих параметров и режимов технологической линии по переработке ТБО; $\sum_{i=1}^n \Pi_n^j$ - суммарный материальный поток ТБО определяет производительность каждого из элементов технологической линии, т.е. затраты по его изготовлению и содержанию.

В технологии рассматривается возможность распределения основного потока $\sum \Pi_{ij}$ на несколько самостоятельных потоков, т.е. создание параллельных линий.

$$\sum_{i=1}^n \Pi_{ij} = \Pi_{j:1}^1; \Pi_{j:2}^2; \Pi_{j:3}^3 \dots \Pi_{j:n}^n \tag{11}$$

Метод определения экстремума функций позволяет оценить адекватность управления решения в каждой конкретной ситуации.

Вполне очевидно, что вариант технологии переработки ТБО, в которых за счет мобильности основного элемента – оборудования для сортировки позволяют проводить адаптацию к конкретным реальным условиям.

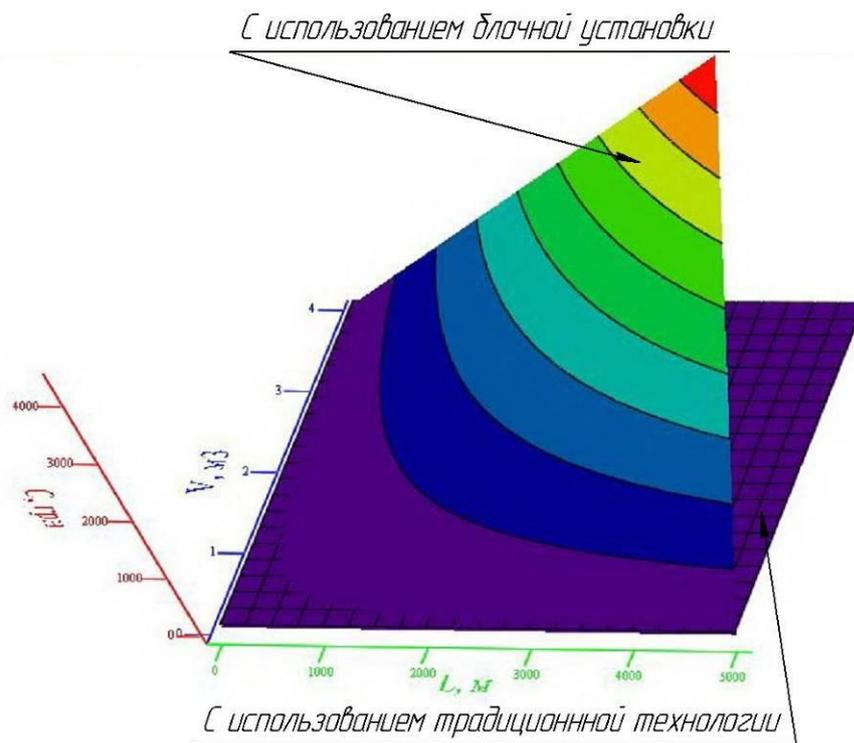
Ниже представлены данные сравнение стоимости переработки ТБО с использованием блочной установки (рис. 2, а) и использованием мобильной установки (рис. 2, б) с традиционной технологией в зависимости от объемов ТБО и дальности транспортирования

Проанализировав эти данные можно сказать следующее:

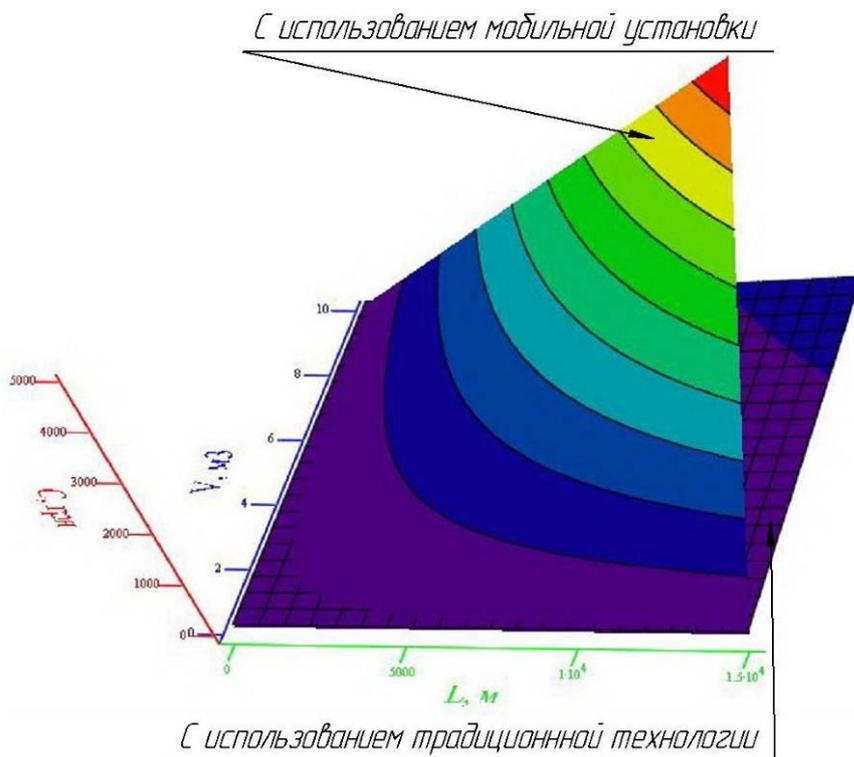
-применение блочной установки по сортировке ТБО рационально при объемах до 2-х м3 и рассредоточении до 1 км.

-применение мобильной установки по сортировке ТБО рационально при объемах до 6-7 м3 и дальности расположения до 5-7 км.

-применение традиционной технологии с использованием стационарных заводов только при больших объемах работ.



а



б

Рис. 2. Стоимость переработки ТБО в зависимости от объемов и дальности транспортирования: а - с использованием блочной установки; б - с использованием мобильной установки.

Выводы. 1. Для классификации объектов строительных и коммунальных работ с учетом их объемов и дальности расположения целесообразно использовать коэффициенты рассредоточения.

2. Для выбора наиболее рациональной технологии выполнения работ с учетом их объемов и дальности расположения можно использовать метод экстремума функции материальных затрат.

3. Установлены рациональные области применения блочных, мобильных и стационарных заводов по переработке бытовых отходов, с учетом их мобильности и объемов работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Донской В.М. Механизация земляных работ малых объемов. Л.: Стройиздат Ленингр. отд-ние, 1976. – 16 с.

2. Бахаева О.Б. Чебанов А.С. Технологія зведення малооб'ємних розосереджених об'єктів з використанням універсальних машин // Будівництво України. – 1997. №6. – С. 19-21.

3. Луйк И.А. К вопросу мобильности самоходных строительных машин // Механизация строительства, 1996. - №2. – С. 22-23.

4. Пенчук В.А. Уточнение концепции эффективности эксплуатации строительных машин // Строительные и дорожные машины. 2009 - №7, С. 11-14.

5. В.А. Пенчук, В.М. Даценко, В.В. Пенчук. Основы механизации малообъемных и рассредоточенных строительных и коммунальных работ. Под общей редакцией Пенчука В. А. Донецк: изд-во «Ноулидж» (Донецкое отд.). 2011.- 265 с.

6. Справочное пособие Эффективная эксплуатация строительных машин в условиях Донбасса / Под общей редакцией Пенчука В. А. Донецк: изд-во «Ноулидж» (Донецкое отд.). 2012.- 787 с.

7. Состояние вопроса об отходах и современных способах их переработки: учеб. пособие/ Г.К. Лобачева и др. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2005. -176 с.

8. Обоснование необходимости и требования к схемам раздельного сбора бытовых отходов, Бабанин И. В. 2005г [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://waste.com.ua>.