

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МАЛОГАБАРИТНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ С БУЛЬДОЗЕРНЫМ И РЫХЛИТЕЛЬНЫМ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

Никонов Д.Д., Безуглов А.С., Ладычко А.В., Галицкий В.Г.
Научный руководитель – доцент, к.т.н. Минин В.В.

Сибирский федеральный университет

Универсальные малогабаритные погрузчики с бортовым поворотом (УМП) изобретены и внедрены в практику выполнения транспортно-технологических операций с середины XX в.

Основными недостатками конструкции УМП являются: короткобазовое шасси, ограничивающее грузоподъемность; высокая динамическая нагруженность машины и плохая управляемость машины на твердых скользких поверхностях.

Ведущие фирмы-изготовители постоянно совершенствуют конструктивные схемы и отдельные подсистемы машин, но варианта, решающего вышеперечисленные недостатки так и не найдено. Устраняются лишь отдельные недостатки конструкции.

Проектирование машин данного типа требует обеспечения точности и достоверности принятия значений основных параметров, которые в конечном счете предопределяют их эффективную эксплуатацию.

Значительное (около 70 наименований) количество дополнительного сменного рабочего оборудования циклического и непрерывного действия усложняет задачу определения приемлемого варианта сочетания конструктивных параметров, обеспечивающих приемлемые энергетические затраты при работе на разнородных по технологическим параметрам операциях. В связи с этим задача формирования критериев оценки эффективности важна на ранних стадиях проектирования, когда возможно менее затратное перепроектирование образца.

Для определения рациональных параметров УМП хорошо себя зарекомендовали статистические методы и метод размерностей. Анализ размерностей конструктивных и эксплуатационных параметров, входящих в целевую функцию (критерий) оценки степени совершенства (эффективности) позволяет определить структуру модели в виде зависимости между безразмерными комбинациями, составленными из этих параметров.

Целью данной работы является оценка эффективности УМП, оснащённых сменными рабочими органами: бульдозерным отвалом и рыхлителем.

Количественная оценка степени эффективности УМП проведена по критерию стоимости потерь полезной удельной работы в цикле машины $P_{СА}$.

Универсальная машина со сменными рабочими органами выполняет различные технологические операции (разнородные по количественному показателю). Объемы этих работ могут выражаться различными единицами измерения. Принимая во внимание, что производительность универсальной машины на объекте с разнородными работами – это производимое в единицу времени количество работы (продукции), исчисляемое в единицах измерения объема работы по конечному (готовому) сооружению (строительному объекту). Формула для расчета производительности имеет вид

$$Q_j = 1 / \sum_{j=1}^k \frac{\delta_j}{Q_{ij}}$$

где $\delta_j = V_j/V$ – доля отдельного V_j -го объема работ в общем объеме V работ на объекте; Q_{ij} – производительность i -го рабочего оборудования при выполнении j -го вида работы, включая время замены данного оборудования на другое.

Стоимость УМП со сменным рабочим органом определяют в виде суммы стоимостей базовой машины $C_б$ и сменного рабочего органа (оборудования) $C_{ро}$:
 $C = C_б + C_{ро}$.

С учетом вышесказанного критерий $\Pi_{СА}$ записывается в виде:

$$\Pi_{СА} = \{C \cdot P + C_э(1-P)\} N(1-k_{ом})(1-\bar{\eta}) \cdot \sum_{j=1}^k (\delta_j / Q_{ij}), \text{ руб.} \cdot \text{Дж/кг},$$

где C – стоимость УМП и комплекта сменного рабочего оборудования, руб., $C_э$ – стоимость эксплуатации машины, руб.; P – вероятность безотказной работы машины; N – установочная мощность двигателя, кВт, $\bar{\eta}$ – математическое ожидание КПД на режиме работы; $k_{ом}$ – коэффициент отбора мощности на вспомогательное оборудование.

Условие предпочтительности вариантов записывается в виде $\Pi_{СА} \rightarrow \min$.

По разработанной программе в среде Mathcad проведены исследования для следующих пределов варьирования конструктивных параметров: эксплуатационной массы машины G от 1000 до 4000 кг; установочной мощности двигателя от 12 до 64 кВт; стоимости машины C от 819 до 1439 тыс. руб.; коэффициента полезного действия $\eta = 0,8$. Учитывались параметры моделей УМП, выпускаемых следующими фирмами-производителями: J I Case Company; Clark Equip. Co. (Bobcat); Davis Welding & Mfg. Co.; John Deere; Erickson Corp.; Ford; Gehl Co.; Hydra – Mac Inc.; International Harvester; Northwestern Motor Co.; Owatonna Mfg. Co.; Prime Mover Co.; Sperry New Holland; TCI Inc.; Thomas Equip. Ltd.

Результаты исследований представлены на рисунках 1-3.

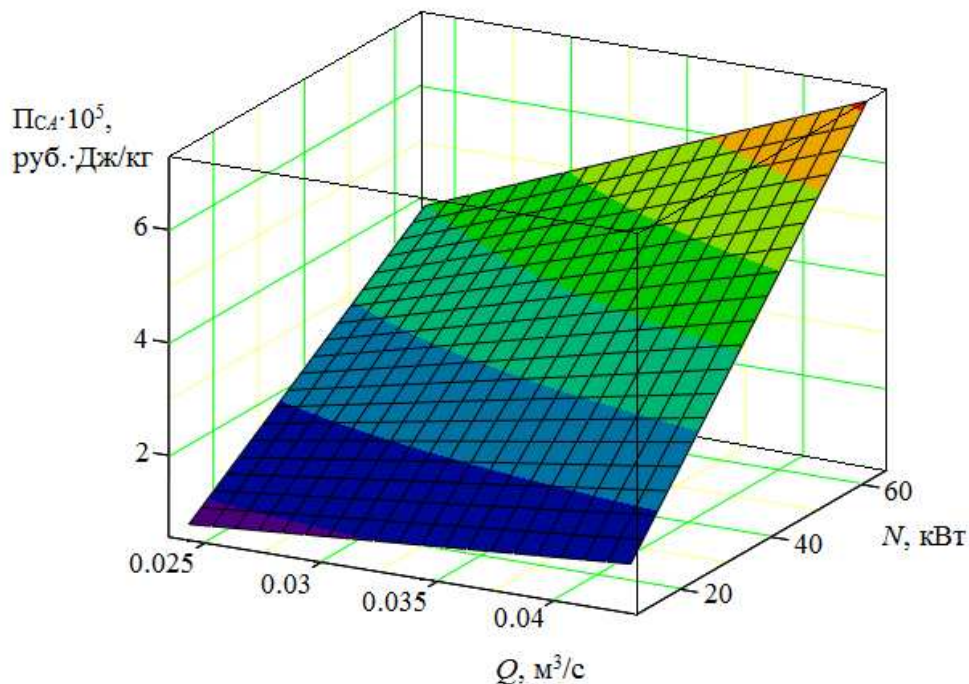


Рисунок 1 – Зависимость критерия эффективности $\Pi_{СА}$ от мощности двигателя N и производительности Q бульдозерного оборудования

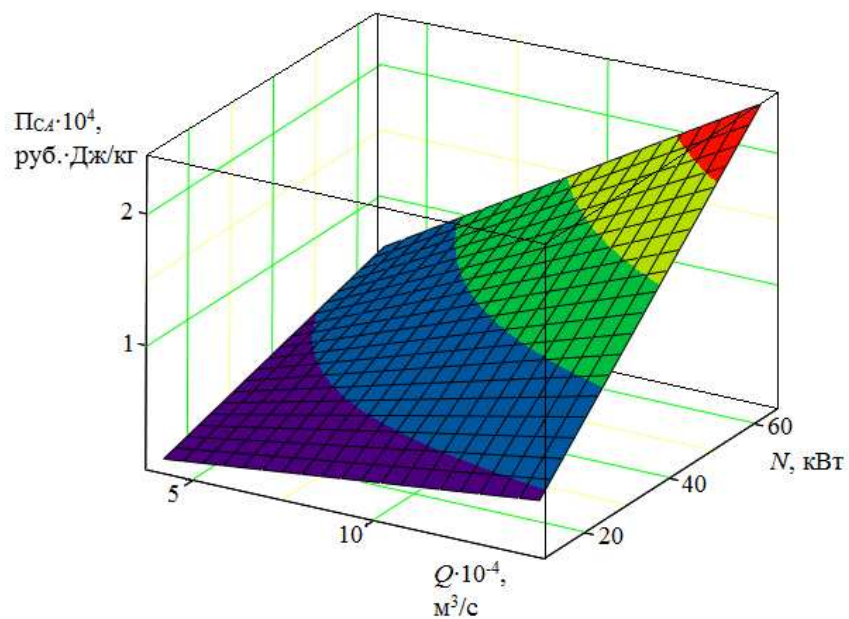


Рисунок 2 – Зависимость критерия эффективности P_{CA} от мощности двигателя N и производительности Q погрузочного оборудования

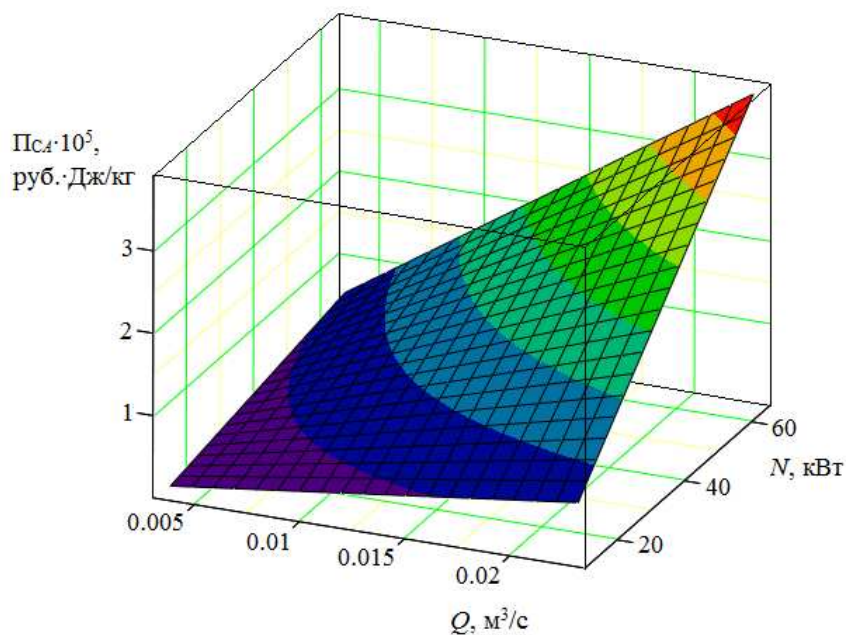


Рисунок 3 – Зависимость критерия эффективности P_{CA} от мощности двигателя N и производительности Q рыхлительного оборудования

Анализ результатов позволяет сделать вывод о наиболее рациональных значениях конструктивных и эксплуатационных параметров, которыми обладают УМП со значениями главного параметра – эксплуатационной массы машины, находящимся в пределах от 1000 до 2500 кг при заданной энергоёмкости рабочих операций. Более точный анализ может быть проведен по интегральному показателю – приведенные удельные затраты.