

ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ «КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА»

- Дисциплина “Комплексная механизация строительства” изучает некоторые сведения об организации механизированного строительства, технологии выполнения механизированных работ машинами, экономической оценке вариантов механизированных работ. В этом курсе рассматриваются методика определения областей эффективного применения машин и комплектов, алгоритмы и способы формирования звеньев, комплектов и парков машин в целом, способы получения оптимальных решений некоторых задач организации механизированных работ.

Механизация строительства -

- это замена ручного труда в строительстве машинами и механизмами. Основная цель механизации строительства – повышение производительности труда и освобождение человека от выполнения тяжелых, трудоемких и утомительных операций, снижение стоимости строительства.
- это не только способ производства работ, но и особая организация производства, обеспечивающая выполнение больших объемов работ высокими темпами. Реализация механизации строительства требует подготовки и решения ряда инженерных задач, заключающихся в разработке технологических процессов выполнения работ, формировании звеньев и комплектов машин, организации их работы и управлении ходом строительного процесса.

Формы механизации производственных процессов

- 1) частичная,
- 2) комплексная,
- 3) автоматизация.

При частичной механизации строительства

- механизмируются только отдельные технологические операции или виды работ, главным образом, наиболее трудоемкие, при сохранении значительной доли ручного труда, особенно на вспомогательных работах. При частичной механизации машинами выполняется часть технологических процессов, в значительных размерах еще применяется ручной труд.

Комплексная механизация

- Это способ механизированного производства работ, при котором все основные и вспомогательные процессы и операции выполняются комплектами машин и механизмов, взаимоувязанными по своей производительности и эксплуатационным параметрам. За расчётный параметр принимается объём работ, выполняемый основной (ведущей) машиной в единицу времени.
- Механизация считается комплексной, если все основные строительные процессы производятся машинами (при этом механизированным инструментом могут выполняться некоторые вспомогательные операции). Комплексная механизация предопределяет максимально-возможное вытеснение ручного труда и предусматривает снижение стоимости строительства, то есть обеспечивает экономический эффект. При такой механизации работы выполняются комплектами машин.

Комплект машин —

- совокупность согласованно работающих и взаимно увязанных по производительности или другим параметрам основных и вспомогательных машин, необходимых для выполнения технологически связанных процессов и операций.
- Для выполнения различного вида строительно-монтажных работ формируются специализированные комплекты машин (СКМ), которые представляют систему машин, увязанных по технологическому назначению, производительности и основным конструктивным параметрам. В СКМ выделяют ведущую машину, которая выполняет самые трудоемкие и дорогостоящие технологические операции, и вспомогательные

Комплекты машин

- подбираются для выполнения простых процессов (отрывка котлована, планировка грунта, укладка бетона и т.д.) и сложных комплексных процессов (монтаж каркаса здания, бетонные и отделочные работы), причем комплекты машин для выполнения сложных комплексных процессов состоят из нескольких простых комплектов. Иногда комплексная механизация может осуществляться одной машиной, например скрепером.

При подборе комплекта машин и механизмов различают процессы:

- *основные* – выполняемые ведущими машинами;
- *вспомогательные* – способствуют и обеспечивают выполнение расчётных строительно-монтажных работ при помощи вспомогательных машин;
- *совмещаемые* – дополнительные, выполняемые при помощи дополнительных, резервных машин и средств малой механизации.

Этапы выбора состава комплектов машин

- *I этап* — определяется схема комплексной механизации, основные параметры ведущих и вспомогательных машин. Из полученного ряда типоразмеров намечают несколько возможных вариантов комплекта машин (основных, вспомогательных и дополнительных);
- *II этап* — из числа отобранных вариантов производится сравнительная технико-экономическая оценка и выбор оптимального варианта;
- *III этап* — формирование технологических комплектов (нормокомплектов) средств малой механизации для оснащения бригад (звеньев). Увязка средств малой механизации по производительности и техническим параметрам с основным комплектом машин.

Комплект машин —

- это совокупность согласованно работающих машин для выполнения технологического цикла.

Цикл -

- совокупность многократно повторяющихся операций или процессов на строительстве автомобильных дорог, мостов и др.

Комплект строительных машин -

- совокупность строительных машин, включающая ведущую машину для выполнения основных работ и комплектующие (вспомогательные) машины, обеспечивающие совместное полное выполнение того или иного вида работ на строительстве дорог и мостовых сооружений или их эксплуатации.

Комплект технологического оборудования -

- группа агрегатов, как правило, с автоматизированным управлением, выпускаемая заводом дорожных машин или подбираемая на строительстве по плану организации работ, обеспечивающая законченный цикл операций по выпуску продукции и являющаяся оборудованием для предприятия (АБЗ, ЦБЗ и т. д.).

Комплекс машин —

- это совокупность согласованно работающих машин для выполнения технологического процесса.

Процесс производственный (технологический) -

- совокупность технологических операций для выполнения строительно-монтажных работ по сооружению земляного полотна, дорожной одежды, моста или других объектов строительства и их частей на запланированной захватке.

Механизация строительных работ -

- выполнение основных, наиболее трудоемких производственных процессов строительства, ремонта и содержания зданий, сооружений, автомобильных дорог и мостов с помощью машин.

Механизация малая -

- способ производства отдельных технологических операций на строительных работах с использованием механизированных инструментов и приспособлений.

Механизация работ комплексная

- способ выполнения строительных работ, при котором как основные, так и вспомогательные операции технологического процесса осуществляют при помощи согласованно работающих и взаимно дополняющих комплектов машин и технологического оборудования, в основном автоматизированного, при почти полном исключении затрат ручного труда.

Критерии оценки эффективности работы систем машин

должен иметь следующие характеристики:

- 1) измерять подлинную эффективность выбранного варианта;
- 2) выражаться количественно;
- 3) для решаемой задачи должен быть один (в различных задачах могут быть частные критерии, но они подчиняются общему критерию эффективности);
- 4) определяться точно и быстро без больших затрат времени;
- 5) обеспечивать учет всех существенных сторон решаемой задачи;
- 6) иметь физический смысл, что делает его понятным и ощутимым.

Критерии оценки эффективности работы систем машин

- Удельные приведенные затраты:

$$Z_{\text{уд}} = C + E_{\text{н}} K_{\text{уд}},$$

- где $Z_{\text{уд}}$ – приведенные затраты на производство единицы продукции, руб./ед. прод.;
- C – себестоимость единицы продукции, руб./ед. прод.;
- $K_{\text{уд}}$ – удельные капитальные затраты, отнесенные к единице продукции, руб./ед. прод.;
- $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Критерии оценки эффективности работы систем машин

- Годовой экономический эффект от внедрения вновь сформированного СКМ определяют по следующей зависимости:

$$\mathcal{E}_r = (Z_{уд}^6 - Z_{уд}^{нк}) \Pi_{скм.г}^э,$$

- где $Z_{уд}^6$ – удельные приведенные затраты по базовому (существующему) специализированному комплексу машин;
- $Z_{уд}^{нк}$ – удельные приведенные затраты по новому СКМ (вновь разработанному);
- $\Pi_{скм.г}^э$ – годовая эксплуатационная производительность вновь сформированного СКМ.

Критерии оценки эффективности работы систем машин

- Коэффициент дисконтирования:

$$\alpha_t = \frac{1}{(1 + E)^{T-t}},$$

- где t – год, к которому приводится значение показателя (год приведения);
- T – рассматриваемый год (до года окончания строительства);
- E – норматив приведения затрат к единому времени (норма дисконта).

Критерии оценки эффективности работы систем машин

- Наиболее целесообразно экономическую эффективность применения той или иной организации производства работ определять по результатам производства:

- $\mathcal{E} = R - \mathcal{Z},$

- где $\mathcal{E}$ – экономический эффект мероприятия за расчетный период;
- R – стоимостная оценка результатов осуществленного мероприятия за расчетный период;
- $\mathcal{Z}$ – стоимостная оценка затрат на осуществление мероприятия за расчетный период.

Критерии оценки эффективности работы систем машин

Такой критерий, как прибыль, является наиболее обобщающим экономическим критерием

$$\Pi = P - C - H,$$

где P – выручка от реализации продукции (по ценам, установленным в централизованном или договорном порядке);

C – себестоимость продукции;

H – общая сумма налогов и выплат из балансовой прибыли: платежи за трудовые и природные ресурсы, производственные фонды и кредит, отчисления в государственный бюджет, вышестоящим организациям и т. д.

Критерии оценки эффективности работы систем машин

Трудоемкость единицы продукции (при использовании комплекта машин постоянного состава)

$$Q_{\text{ед}} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{\text{МТ-СМ}i} \cdot N_{\text{М}i} + Q_{\text{р}}}{\Pi_{\text{ЭК}}^{\text{с}}}$$

- где $Q_{\text{МТ-СМ}i}$ - затраты труда, приходящиеся на смену работы i - той машины;
- $N_{\text{М}i}$ - число машин i – го типа в комплекте;
- $Q_{\text{р}}$ - затраты труда за смену вспомогательных рабочих, (участвующих в технологическом процессе).
- n – число типов машин в комплекте;
- $\Pi_{\text{ЭК}}^{\text{с}}$ - сменная эксплуатационная производительность комплекта машин (в единицах конечной продукции).

Критерии оценки эффективности работы систем машин

- себестоимость $C_{ед}$ (себестоимость единицы продукции), для механизированных процессов зависящая от величины $C_{чq}$ – стоимости часа рабочего времени машины, используемой в процессе:

$$C_{чq} = C_{и. q} + C_{е. q}$$

- где $C_{и. q}$ – стоимость часа использования машины типоразмера q непосредственно в работе, руб./ маш.-ч;
- $C_{е. q}$ – затраты на перебазирование машины типоразмера q , отнесенные к машино-часу нахождения машины на объекте, руб./ маш.-ч.

Критерии оценки эффективности работы систем машин

Стоимость часа использования машины типоразмера q непосредственно в работе, руб./ маш.-ч;

$$C_{и. q} = k_{н.р} \left(\frac{1}{\Phi_{гq}} C_{гq} + C_{текq} \right)$$

где $C_{гq}$ – годовые затраты на капитальный ремонт и реновацию, руб./ год;

$C_{текq}$ – текущие эксплуатационные затраты в течение часа работы машины, руб./ маш.-ч;

$K_{н.р}$ – коэффициент накладных расходов на затраты по эксплуатации машины;

$\Phi_{гq}$ – годовой фонд рабочего времени машины, маш.-ч/год.

Критерии оценки эффективности работы систем машин

Затраты на перебазирование машины

$$C_{e.q} = k_{н.р} \left(\sum_{\alpha=1}^{\alpha^0} C_{п.\alpha q} + C_{с.q} + \sum_{\alpha=1}^{\alpha^0} \sum_{\beta=1}^{\beta^0} C_{тq}^{\alpha\beta} L_{тq}^{\beta} \right)$$

где $C_{п.\alpha q}$ – затраты на погрузку-разгрузку машины на транспортное средство α и связанный с этим (если необходимо) монтаж-демонтаж или сцепку-отцепку к буксирующему средству (тягачу), руб.;

$C_{с.q}$ – стоимость устройства сооружений, необходимых для нормальной работы машины на объекте, руб.;

$C_{тq}^{\alpha\beta}$ – стоимость транспортирования машины q на средствах типа $\alpha=1, \dots, \alpha^0$ на 1 км по дорогам с характеристиками $\beta=1, \dots, \beta^0$, руб./ км; ;

$L_{тq}^{\beta}$ – длина пути транспортирования по дороге с характеристикой β , км.

Критерии оценки эффективности работы систем машин

Непроизводительные расходы от простоя машины в течение часа оцениваются величиной

$$C_{\text{ч.п.}q} = C_{\text{п.}q} + C_{\text{е.}q}$$

где $C_{\text{п.}q}$ – затраты на один час простоя машины типоразмера q , руб./ маш.-ч,

$$C_{\text{п.}q} = k_{\text{н.р}} \left[C_{\text{г}q} \frac{1}{\Phi_{\text{г}q}} + 0,5(C_{\text{эн}q} + C_{\text{см.о}q}) + P_q \right]$$

Здесь $C_{\text{эн}q}$ – затраты на энергию (горючее), отнесенные к машино-часу работы машины, руб./ маш.-ч;

$C_{\text{см.о}q}$ – затраты на смазочные и обтирочные материалы на машино-час работы, руб./ маш.-ч;

P_q – часовая заработная плата машиниста (машинистов), руб./ ч.

Критерии оценки эффективности работы систем машин

Затраты на выполнение механизированных работ

$$C^0 = C_{\text{и}} + C_{\text{е}} + C_{\text{п}} \rightarrow \min$$

где $C_{\text{и}}$, $C_{\text{е}}$, $C_{\text{п}}$ – затраты соответственно на исполнение работ, перебазирование машин и простой их из-за недогрузки.

Критерии оценки эффективности работы систем машин

Себестоимость (затрат на измеритель объема работ):

$$C_{\text{ед}} = \frac{IC^0}{Q}$$

где I – измеритель объема работ;

Q – общий объем работ, подлежащих выполнению, в физических единицах измерения.

Критерии оценки эффективности работы систем машин

Себестоимость единицы продукции (при использовании комплекта машин постоянного состава)

$$C_{\text{ед}} = \frac{K_1 \sum_{i=1}^n C_{\text{м-сми}} \cdot N_{\text{ми}} + K_2 \cdot C_p}{\Pi_{\text{ЭК}}^c}$$

- где K_1 - коэффициент, учитывающий накладные расходы на эксплуатацию машин ($K_1 = 1,08$);
- K_2 - то же, но на зарплату ($K_2 = 1,5$);
- $C_{\text{м-сми}}$ - стоимость машино-смены машины i – го типа, руб./смену
- C_p - зарплата за смену, неучтенная в затратах на эксплуатацию машины, руб./смену.

Критерии оценки эффективности работы систем машин

При сопоставлении 2-х вариантов часто рассчитывают коэффициент сравнительной экономической эффективности капитальных дополнительных вложений

$$E = \frac{C_{\text{ед1}} - C_{\text{ед2}}}{K_{\text{уд2}} - K_{\text{уд1}}}$$

- где $C_{\text{ед1}}$ и $C_{\text{ед2}}$ - себестоимости единицы продукции по первому и второму вариантам;
- $K_{\text{уд2}}$ и $K_{\text{уд1}}$ - капитальные удельные вложения по вариантам,

Критерии оценки эффективности работы систем машин

Капитальные удельные вложения

$$K_{\text{уд}} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{\Pi_{\text{ЭК}}^{\Gamma}}$$

- где $\sum_{i=1}^n K_i$ - капитальные суммарные вложения в средства механизации, руб.
- $\Pi_{\text{ЭК}}^{\Gamma}$ - годовая эксплуатационная производительность комплекта машин, равная годовому объему работ V_{Γ} .

Критерии оценки эффективности работы систем машин

Величина, обратная коэффициенту эффективности, представляет собой срок окупаемости дополнительных вложений в годах

$$T_o = \frac{1}{E} = \frac{K_{уд2} - K_{уд1}}{C_{ед1} - C_{ед2}}$$

Критерии оценки эффективности работы систем машин

При выборе вариантов комплексной механизации рассчитывают экономический эффект, как разность приведенных удельных затрат для эталонного и рассматриваемого вариантов, умноженную на соответствующий объем работ V (на объекте или годовой)

$$\mathcal{E} = V \cdot [(C_{\text{ед}_1} + K_{\text{уд}_1} \cdot E_{\text{н}}) - (C_{\text{ед}_2} + K_{\text{уд}_2} \cdot E_{\text{н}})]$$

Критерии оценки состояния механизации работ

Коэффициент механизации работ представляет собой отношение объема работ, выполненного механизированным способом, к общему объему данного вида работ:

$$K_m = V_m / V_o.$$

Критерии оценки состояния механизации работ

Уровень комплексной механизации работ Y_m определяют как отношение (в %) объема каждого вида работ, выполненных средствами механизации V_m , к общему объему этого вида работ V_o :

$$Y_m = (V_m / V_o) \cdot 100\%,$$

Критерии оценки состояния механизации работ

Механовооруженность строительства M_c характеризуется отношением балансовой стоимости средств механизации C_m к годовому объему строительно-монтажных работ C_{c-m} (руб.):

$$M_c = (C_m / C_{c-m}) \cdot 100\%..$$

Критерии оценки состояния механизации работ

Механовооруженность труда M_T определяют отношением балансовой стоимости средств механизации к среднесписочному числу рабочих:

$$M_T = C_M / N_p.$$

Критерии оценки состояния механизации работ

Энерговооруженность труда $\mathcal{E}_T$ определяют отношением суммарной мощности двигателей машин и механизмов N_{MM} (кВт) к среднесписочному числу рабочих:

$$\mathcal{E}_T = N_{MM} / N_p.$$

Критерии оценки состояния механизации работ

Часовая производительность машины циклического действия

$$\Pi_{\text{к-р}} = V / T_{\text{ц}} \text{ (м}^3\text{/ч)} \text{ или } \Pi_{\text{к-р}} = V \cdot \rho / T_{\text{ц}} \text{ (т/ч)},$$

где V – расчетный объем материала, перерабатываемый за один цикл работы, м^3 ;

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность рабочего цикла машины, ч;

ρ – плотность (объемная масса) материала, т/м^3 .

Критерии оценки состояния механизации работ

Часовая производительность для машин непрерывного действия

$$\Pi_{\text{к-р}} = 3600B \cdot v \text{ (м}^2\text{/ч)} \text{ или } \Pi_{\text{к-р}} = 3600F \cdot v \text{ (м}^3\text{/ч)},$$

где B – ширина захвата материала рабочим органом машины, м;

v – расчетная рабочая скорость перемещения машины, м/с;

F – расчетное сечение потока материала, м².

Критерии оценки состояния механизации работ

Техническая производительность представляет собой максимально возможную производительность с учетом потерь и изменения структуры материала (разрыхление, уплотнение), снижения эффективной мощности и рабочих скоростей при выполнении технологических операций, а также степени использования рабочего оборудования (перекрытие проходов машины, технологические перерывы в работе, коэффициент наполнения емкостей и др.).

$$\Pi_{\tau} = \Pi_{\text{к-р}} k_1 k_2 \cdot \dots \cdot k_n,$$

где $k_{1...n}$ — коэффициенты (разрыхления грунта, наполнения ковша грунтом и т. д.).

Критерии оценки состояния механизации работ

Сменная эксплуатационная производительность

$$\Pi_{\text{э}} = T_{\text{см}} \Pi_{\text{т}} k_{\text{в}},$$

- где $T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены, ч;
- $k_{\text{в}} < 1$ – коэффициент использования машины в течение смены.

Критерии оценки состояния механизации работ

Технический показатель использования машины по времени характеризует интенсивность ее использования в течение определенного отрезка времени.

$$K_v = \frac{t_p}{t_p + t_{\text{п}} + t_{\text{нм}} + t_{\text{по}}},$$

где t_p – чистое время работы машины;

$t_{\text{п}}$ – продолжительность всех перерывов (организованных, технологических, конструктивно-технологических и метеорологических);

$t_{\text{пм}}$ – продолжительность холостых переездов машины;

$t_{\text{по}}$ – затраты времени на подготовительные операции.

Критерии оценки состояния механизации работ

Для оценки эффективности использования машины в СКМ используют коэффициент использования машины по производительности:

$$K_{\text{п}} = \Pi_{\text{ф}} / \Pi_{\text{п}},$$

где $\Pi_{\text{ф}}$, $\Pi_{\text{п}}$ – соответственно фактическая и плановая (нормативная) производительность машины за рассматриваемый период времени.

Критерии оценки состояния механизации работ

Годовая эксплуатационная производительность зависит от сменной производительности, числа рабочих дней в году, коэффициента сменности

$$\Pi_{\Gamma}^{\varepsilon} = 365 \Pi_{\text{см}}^{\varepsilon} k_{\text{год}} k_{\text{см}},$$

где $\Pi_{\text{см}}^{\varepsilon}$ — сменная эксплуатационная производительность машины;

$k_{\text{год}}$ — коэффициент годового использования машины;

$k_{\text{см}}$ — коэффициент сменности производимых работ.

Критерии оценки состояния механизации работ

Коэффициент годового использования

$$k_{\text{год}} = \frac{t_{\text{год}}}{365} = \frac{365 - t_{\text{в}} - t_{\text{рем}} - t_{\text{м}}}{365},$$

где $t_{\text{год}}$ – количество дней работы машины в году;

$t_{\text{в}}$ – количество выходных и праздничных дней в году;

$t_{\text{рем}}$ – количество дней простоя машины для выполнения всех видов ремонта;

$t_{\text{м}}$ – продолжительность организационных и метеорологических простоев.

Критерии оценки состояния механизации работ

Выработка на одного рабочего представляет собой отношение количества продукции, производимой машиной (в час, смену, месяц, год), к числу работников, обслуживающих технику ($\text{м}^3/\text{ч} \cdot \text{чел.}$ или $\text{т}/\text{ч} \cdot \text{чел.}$):

$$p = \Pi_{\text{э}} / n_{\text{р}},$$

где $\Pi_{\text{э}}$ – эксплуатационная производительность машины в единицу времени;

$n_{\text{р}}$ – число работников, обслуживающих машину.

Основные направления дальнейшего развития комплексной механизации

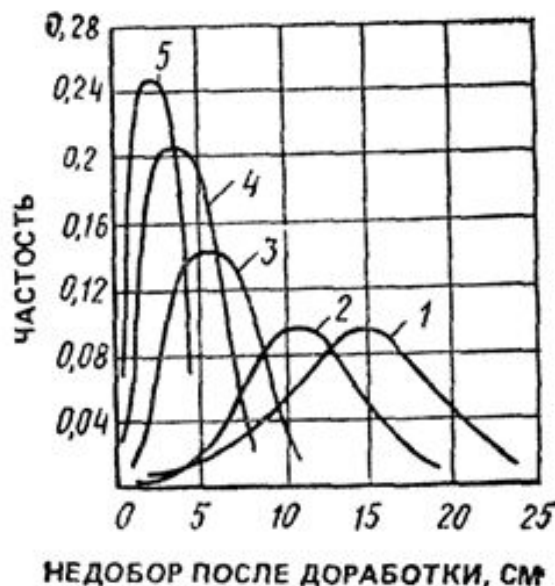
Доработкой называется процесс зачистки оснований перед укладкой бетона или железобетона. Для доработки оснований выемок применяют гидравлические экскаваторы, оборудованные обратной лопатой. Ковш устанавливают на поверхность с минимальным углом копания и работают, отступая “на себя”.

Основные направления дальнейшего развития комплексной механизации

Допускаемые отклонения от проектных отметок при доработке по нормам СНиП 3.02.01-87 составляют:

- по высотным отметкам продольного профиля ± 5 см;
- по ширине насыпей по верху и по низу ± 15 см;
- от проектного продольного уклона дна траншей под безнапорные трубопроводы, водоотводных канав и других выемок с уклонами $\pm 0,0005$.

Основные направления дальнейшего развития комплексной механизации



- Точность работ при доработке оснований экскаваторами:
 - 1 – ЭО-4112 с ковшом с зубьями;
 - 2 – ЭО-4124 с ковшом с зубьями;
 - 3 – ЭО-4124 с ковшом зачистным;
 - 4 – ЭО-33331 с ковшом зачистным;
 - 5 – ЭО-3322В с ковшом зачистным