ГОССТРОЙ СССР
ГЛАВПРОМСТРОЙПРОЕКТ
Всесоюзный проектный и научно-исследовательский
институт промышленного транспорта
ПРОМТРАНСНИИПРОЕКТ

Р У К О В О Д С Т В О

ПО РАСЧЕТУ ОСНОВНЫХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НОВЫХ СРЕДСТВ И КОМПЛЕКСОВ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ СМЕРЗАЕМОСТИ, ВОССТАНОВЛЕНИЯ СЫПУЧЕСТИ И ВЫГРУЗКИ СМЕРЗШИХСЯ ГРУЗОВ, ПЕРЕВОЗИМЫХ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНАХ

Выпуск 4482

Москва 1979

gost.e-ecolog.ru

ГОССТРОЙ СССР
ГЛАВПРОМСТРОЙПРОЕКТ

Всесоюзный проектный и научно-исследовательский
институт промышленного транспорта
ПРОМТРАНСНИИПРОЕКТ

Р У К О В О Д С Т В О

ПО РАСЧЕТУ ОСНОВНЫХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НОВЫХ СРЕДСТВ И КОМПЛЕКСОВ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ СМЕРЗАЕМОСТИ, ВОССТАНОВЛЕНИЯ СЫПУЧЕСТИ И ВЫГРУЗКИ СМЕРЗШИХСЯ ГРУЗОВ, ПЕРЕВОЗИМЫХ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНАХ

Выпуск 4482

Введено в действие
с I марта 1979 г.
приказом
по Промтрансниипроекту
№ 324 от 30 сентября
1978 г.

Москва 1979

УДК 656.212.6.073.437:536.4(083.96)

ВВЕДЕНИЕ

Методика расчета технико-экономических параметров средств и комплексов предотвращения смерзаемости, восстановления сыпучести и выгрузки смерзшихся грузов, перевозимых в железнодорожных вагонах, разрабатывается впервые и не имеет аналогов ни в нашей стране, ни за рубежом.

Расчет средств предотвращения смерзаемости и восстановления сыпучести связан с учетом физико-механических свойств смерзшихся материалов и большого количества факторов, воздействующих на груз в процессе его погрузки, перевозки и выгрузки.

К физико-механическим свойствам грузов относятся: свойства материального скелета, средняя плотность, гранулометрический состав, безопасная влажность, суммарная первоначальная влажность, теплопроводность, теплота фазовых переходов воды в лед, начальная и конечная температура груза, температура замерзания, глубина промерзания, прочность смерзания и др.

В процессе погрузки груз взаимодействует с подвижным составом, который имеет определенные геометрические формы, характеризуется теплопроводностью и теплоемкостью днища и бортов полувагона, а также допускаемыми тепловыми и механическими воздействиями на вагон. В зависимости от средств погрузки и геометрических форм подвижного состава насыпной груз приобретает определенные геометрические формы и с учетом средней высоты засыпки занимает определенный объем в вагоне.

В процессе перевозки подвижной состав и груз взаимодействуют с внешней средой. Внешняя среда в основном характеризуется отрицательными температурами, солнечной радиацией, выпаде-

нием осадков и скоростью движения воздуха. Кроме того, необходимо учитывать условия перевозки, которые характеризуются продолжительностью перевозки, вибрацией в процессе движения, нахождением груза в движении и на стоянках.

Отдача тепла от груза внешней среде зависит от теплопроводности груза, материала стенок и днища вагона, условий конвективного теплообмена, потери и поступления тепла излучением.

Теплофизические свойства груза в процессе перевозки непрерывно меняются.

При восстановлении сыпучести взаимодействуют груз, вагон и рабочие органы средств восстановления сыпучести, однако тепловое и механическое воздействие на вагон не должно превышать допустимых величин, обеспечивающих сохранность вагонного парка.

Рабочие органы теплового воздействия характеризуются условиями теплопередачи, КПД по использованию тепла на разогрев груза, удельным количеством тепла, передаваемого в единицу времени на вагон или на единицу обогреваемой поверхности, видом теплоносителя.

Рабочие органы механических рыхлителей характеризуются геометрическими формами, поперечным сечением, видами деформаций разрушения смерзшегося груза, потребляемой мощностью и др.

Учет указанных выше факторов при выборе средств восстановления сыпучести, зачистки вагонов и выгрузки смерзшихся грузов осуществляется путем расчета времени восстановления сыпучести при разогреве и рыхлении; выводы и обоснования расчетных формул приводятся во "Временном руководстве по теории инженерных расчетов процессов смерзания, разогрева и дробления смерзшихся грузов, перевозимых в железнодорожных вагонах". Выпуск 3987 (М., Промтрансниипроект, 1974 г.), в "Методических указаниях по определению экономической эффективности применения средств предотвращения смерзания и восстановления сыпучести смерзшихся грузов, перевозимых в железнодорожных вагонах". Выпуск 4059 (М., Промтрансниипроект, 1975 г.) и "Временном руководстве по определению прочности смерзания насыпных грузов, перевозимых в железнодорожных вагонах". Выпуск 4232 (М., Промтрансниипроект, 1976 г.).

Настоящая методика в основном увязывает работу отдельных средств в комплексах предотвращения смерзаемости, восстановления сыпучести и зачистки вагонов от остатков смерзшихся

грузов с учетом расчета технико-экономических параметров этих комплексов. В методике основное внимание обращено на расчеты технико-экономических параметров при разработке и создании новых средств восстановления сыпучести и выгрузки. Примеры расчета также в основном относятся к выбору новых средств восстановления сыпучести смерзшихся грузов и зачистки вагонов от остатков груза.

При выборе средств механизации для восстановления сыпучести и зачистки вагонов от остатков груза учитывают технологические схемы комплексной механизации в пунктах выгрузки и все виды основных и вспомогательных средств, входящих в разгрузочные комплексы.

При расчете основных технико-экономических параметров средств и комплексов, кроме указанных выше факторов, подлежат обязательному учету: характеристики климатических зон пунктов погрузки и выгрузки, объемы грузопотоков, технология работы пунктов погрузки и выгрузки. Если хотя бы один из действующих факторов не учитывается, то методика расчета не может претендовать на научно обоснованные решения.

При разработке новых средств и комплексов для научно обоснованного выбора параметров в ряде случаев требуется дополнительное проведение теоретических и экспериментальных исследований. Этот вопрос также нашел отражение, и методический подход к решению указанных задач дается в примерах расчета.

Методика расчета применима как для сравнения и выбора существующих средств предотвращения смерзаемости, восстановления сыпучести смерзшихся грузов, так и для вновь разрабатываемых.

Методику разработал руководитель сектора отдела № 21 канд.техн.наук М.И.Лепнев.

Все замечания по Руководству просьба направлять по адресу: 117331, Москва В-331, пр.Вернадского, 29, Промтрансниипроект.

I. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СРЕДСТВ И КОМПЛЕКСОВ

Методика расчета технико-экономических параметров высокопроизводительных средств и комплексов рассматривает три стороны одного и того же вопроса эффективности существующих и вновь создаваемых средств: техническую возможность, производительность и экономическую целесообразность.

I.I. Техническая возможность создания новых средств

Техническая возможность создания новых средств определяется расходом энергии, надежностью в работе и продолжительностью выполнения операций при обеспечении техники безопасности и сохранности вагонного парка.

Техническая возможность создания существующих средств не вызывает сомнений, так как они практически используются и прошли, как правило, все стадии испытаний, в том числе на надежность, обеспечение техники безопасности обслуживающего персонала и сохранности вагонного парка.

Техническая возможность создания новых средств имеет специфику расчета применительно к каждому вновь создаваемому средству. По этой причине методическую часть удобнее изложить в примере расчета электроимпульсной установки.

Существо электроимпульсного метода заключается в том, что с помощью механического воздействия на внешние поверхности кузова вагона за короткий промежуток времени (от 10^{-2} до 10^{-4} с) происходит разрушение связей на границе стенка - примерзший материал.

Разрушающий импульс создается переменным электромагнитным полем, передаваемым на метательную пластинку, которая ударяет по внешней поверхности кузова полувагона. Затраты энергии на отделение материала из-за краткости процесса оказываются на один-два порядка меньше, чем при тепловом воздействии.

Схема стенда электроимпульсной установки приводится на рис.I.

Исходными данными для расчета являются:

$C_м$ - максимальная емкость конденсатора;

$U_к$ - максимальное напряжение на конденсаторах;

η - коэффициент полезного действия рабочего органа установки;

$P_н$ - сила примерзания груза к днищу вагона, кгс/см^2;

P_q - давление груза на единицу площади вагона (статический пригруз), кгс/см^2;

$n_р$ - количество рабочих органов, подводимых под люк днища вагона;

$n_к$ - количество конденсаторов в одном рабочем органе;

$в$ - ширина люка вагона, см;

l - длина люка вагона, см;

δ - толщина смерзшегося слоя груза, см.

Q - грузоподъемность вагона , т ;

d - диаметр шайбы , мм .

Данные эксперимента:

E' - энергия, полученная от сети на зарядку конденсатора;

C' - емкость конденсатора (при проведении эксперимента),

U' - напряжение конденсатора (при проведении эксперимента);

m' - масса шайбы, лежащей на листе (данные эксперимента), кг;

h - высота подскока шайбы, м.

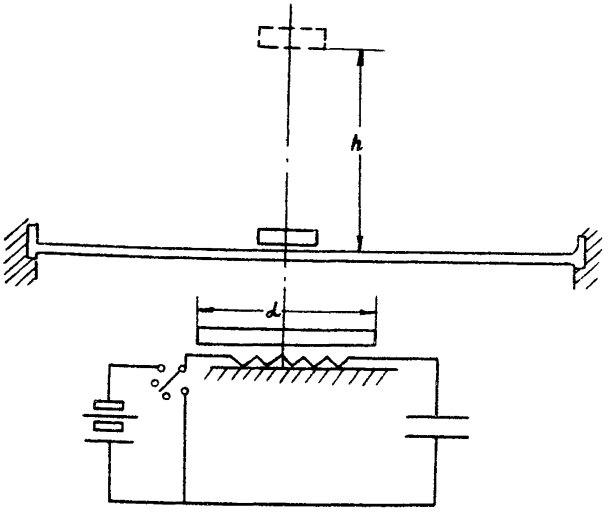

Рис.I. Схема стенда электроимпульсной установки

Последовательность проведения расчета

I. По данным эксперимента определяют КПД рабочего органа. Для этого находят энергию конденсатора:

$$E^к = \frac{c'(u')^2}{2} \cdot K_g, \qquad (I)$$

где K_g - коэффициент перевода джоулей в килограмм-силаметры. По высоте подскока шайбы (h) определяют энергию, переданную внутренней поверхности листа:

$$E^п = mgh. \qquad (2)$$

Зная полученную и затраченную энергию, определяют КПД рабочего органа:

$$\eta_p = \frac{E^п}{E^к}. \qquad (3)$$

2. Определяют максимальное значение энергии, подводимой рабочими органами под люк вагона и переданной на внутреннюю поверхность люка:

$$E_{max} = \frac{n_p \cdot n_k \cdot C_M \cdot U_K^2}{2} \cdot K_g \cdot \ell . \qquad (4)$$

3. Определяют максимально необходимую энергию (работу) для отделения примерзшего слоя груза от внутренней поверхности люка, на преодоление статического пригруза, на разрыв смерзшегося слоя груза и преодоление сил инерции:

$$A = [F_n \int_0^{\ell_n} dx + f_g \int_0^{\ell_n} dx + f_p \int_0^{\delta} dx + f_p' \int_0^{\delta} dy] \cdot 1{,}1, \qquad (5)$$

где $F_n = (P_n) \int_0^{\ell} dy$; (6)

$F_g = (P_g) \int_0^{\ell} \cdot dy$; (7)

$F_p' = (P_p) \int_0^{\ell} dy$; (8)

$F_p'' = (P_p) \int_0^{\ell_n} dx$. (9)

Для решения уравнения (5) предварительно решают уравнения (6-9).

4. Для определения технической возможности использования установки решают неравенство:

$$E_{max} > A \leq E_б , \qquad (10)$$

где $E_б$ - допустимая энергия воздействия на люк полувагона.

I.2. Производительность установок и комплексов

Установки работают в комплексе с другими машинами и устройствами, обеспечивающими выполнение основных и вспомогательных операций. Исходя из этого производительность установок будет зависеть от работы всего комплекса устройств, обеспечивающих восстановление сыпучести, зачистку и выгрузку груза из вагона.

Таблица I

№ п/п	Наименование устройств	Тип	Количество	Техническая характеристика: мощность, кВт	расход пара, воды, топлива, кг/ч	скорость, м/с	время цикла, мин	Количество обслуживающего персонала	Капитальные затраты, тыс.руб.: на оборудование	на монтаж	на строительную часть
I	Электроимпульсная установка Оргэнергостроя		I	30	-	-	2	I	300	I00	I00
2	Вагоноопрокидыватель	ВРС с ДФМ-II	I	828	-	-	2	I	279	42	428
3	Электротолкатель	Т-I6-3 ПКТИ	2	I50	-	I / 0,5	-	Оператор вагоноопрокидывателя	I20	60	22
4	Операции по расцепке вагонов (выполняются вручную)		I	-	-	-	0,2	I	-	-	-
5	Прибор определения глубины и прочности смерзания груза в вагоне		I	I	-	-	I	Оператор установки	I	I	I

Примечание. Над чертой указана скорость холостого хода, под чертой - рабочего.

Для определения производительности комплексов необходимо разработать технологическую схему и циклограмму работы устройств, входящих в каждый комплекс.

В технологическую схему входят: перечень устройств, техническая характеристика устройств, капитальные затраты на создание комплекса, генсхема расположения устройств с указанием расстояний перемещения груза и устройств.

На основании принятой технологической схемы строится циклограмма работы комплекса, по которой определяется полный период продолжительности операций по выгрузке прибывшего состава вагонов с грузом. По полному периоду определяется производительность работы комплекса.

Технологическая схема работы комплекса на примере электроимпульсной установки приводится в табл.I и на рис.2, а циклограмма работы комплекса - на рис.3.

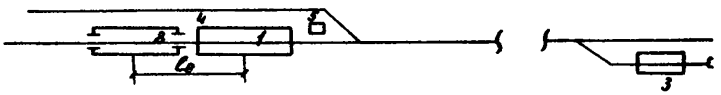

Рис. 2. Схема расположения устройств:
I-5 - устройства (см.табл.I); $l_в$ - длина вагона, м

Полный период продолжительности операций (Тп) по выгрузке прибывшего состава со смерзшимся грузом при использовании выгрузочного комплекса с электроимпульсной установкой может быть определен по формуле

$$T_п = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + 2(\tau_п + \tau_ч) + (n-1)(\tau_п + \tau_ч) + \tau_{уб}; \quad (II)$$

где n - число вагонов в составе.

Остальные условные обозначения приведены в циклограмме.

Расчетная производительность комплекса (Пк) может быть определена по формуле

$$П_к = \frac{Ч \cdot n \cdot 60}{T_п}. \quad (I2)$$

I.3. Экономическая целесообразность использования вновь создаваемых установок и комплексов

Экономическая целесообразность использования вновь создаваемых установок и комплексов в основном определяется производительностью работы машин, капитальными затратами на создание комплекса, эксплуатационными затратами, объемами переработки груза и грузооборотом предприятия.

Производительность работы большинства машин, используемых для предотвращения смерзаемости и восстановления сыпучести смерзшихся грузов, зависит:

- от климатической зоны, в которой расположены предприятия грузоотправителя и грузополучателя;
- времени перевозки груза;
- мощности создаваемых устройств;
- теплофизических свойств перевозимых материалов.

Расчет производительности работы устройства ведется на средние отрицательные температуры пятидневки холодного периода года для пунктов погрузки и выгрузки. Средние отрицательные температуры определяются по прил.I.

Объемы переработки грузов определяются производительностью комплексов, продолжительностью холодного периода года и грузооборотом предприятий.

Продолжительность холодного периода года соответствует характеристике климатической зоны и указана в приложении римскими цифрами.

Капитальные затраты определяются перечнем машин и устройств, входящих в комплекс, стоимостью оборудования, монтажных и строительных работ.

Эксплуатационные затраты определяются:

- продолжительностью работы устройств в течение года;
- количеством смен работы устройств в сутки;
- списочным составом работающих;
- мощностью, потребляемой электродвигателями;
- расходом горючего, сжатого воздуха, пара;
- амортизационными отчислениями;
- цеховыми и прочими расходами.

Оборудование для профилактики и восстановления сыпучести смерзшихся грузов, как и все транспортные и погрузочно-разгру-

№ п/п	Наименование операций	Расстояние, м	Скорость, м/мин	Формула расчета	Продолжительность цикла, мин
I	2	3	4	5	6
I	Подача состава локомотивом на путь надвига	$nl_в + l_{g1}$	v_1	$\frac{nl_в + l_{g1}}{v_1}$	τ_1
2	Отцепка локомотива от состава и уборка его с пути надвига	l_{g1}	v_1	$\frac{l_{g1}}{v_1} + 0{,}2$	τ_2
3	Подача электротолкателей на путь надвига и сцепка их с составом	l_{g2}	v_2	$\frac{l_{g2}}{v_2} + 0{,}2$	τ_3
4	Подача I-го вагона на электроимпульсную установку	$l_в$	v_3	$\frac{l_в}{v_3}$	$\tau_п$
5	Стбойка на электроимпульсной установке примерзшего груза (включение и выключение с освобождением габарита)	—	—	—	$\tau_ц^э$
6	Подача 2-го вагона на установку и I-го на вагоноопрокидыватель с расцепкой вагонов на опрокидывателе	$l_в$	v_3	$\frac{l_в}{v_3} + 0{,}2$	$\tau_п$
7	Выгрузка I-го вагона на опрокидывателе и отбойка 2-го вагона на установке	—	—	—	$\tau_ц^в$
8	Подача 3-го вагона на установку, 2-го на опрокидыватель (с расцепкой) и выталкивание I-го вагона с опрокидывателя	$l_в$	v_3	$\frac{l_в}{v_3} + 0{,}2$	$\tau_п$
9	Выгрузка 2-го вагона на опрокидывателе и отбойка 3-го вагона на установке	—	—	—	$\tau_ц$
	и т.д.				
	Затем циклы продолжаются	$\tau_п$ и $\tau_ц$ $(n-1)$ раз			
n-5	Подача n-го вагона на установку, $(n-1)$-го вагона на опрокидыватель (с расцепкой), выталкивание $(n-2)$-го вагона с опрокидывателя	$l_в$	v_3	$\frac{l_в}{v_3} + 0{,}2$	$\tau_п$
n-4	Выгрузка $(n-1)$-го вагона на опрокидывателе и отбойка n-го вагона на установке	—	—	—	$\tau_ц$
n-3	Подача n-го вагона на вагоноопрокидыватель (с расцепкой), выталкивание $(n-1)$-го вагона с опрокидывателя	$l_в$	v_3	$\frac{l_в}{v_3} + 0{,}2$	$\tau_п$
n-2	Выгрузка n-го вагона на опрокидывателе	—	—	—	$\tau_ц$
n-1	Выталкивание n-го вагона с опрокидывателя	$l_в$	v_3	$\frac{l_в}{v_3}$	$\tau_п$
n	Уборка электротолкателей с пути надвига	$nl_в + l_{g2}$	v_2	$\frac{nl_в + l_{g2}}{v_2}$	$\tau_{уб}$
I	Подача состава локомотивом на путь надвига	$nl_в + l_{g1}$	v_1	$\frac{nl_в + l_{g1}}{v_1}$	τ_1

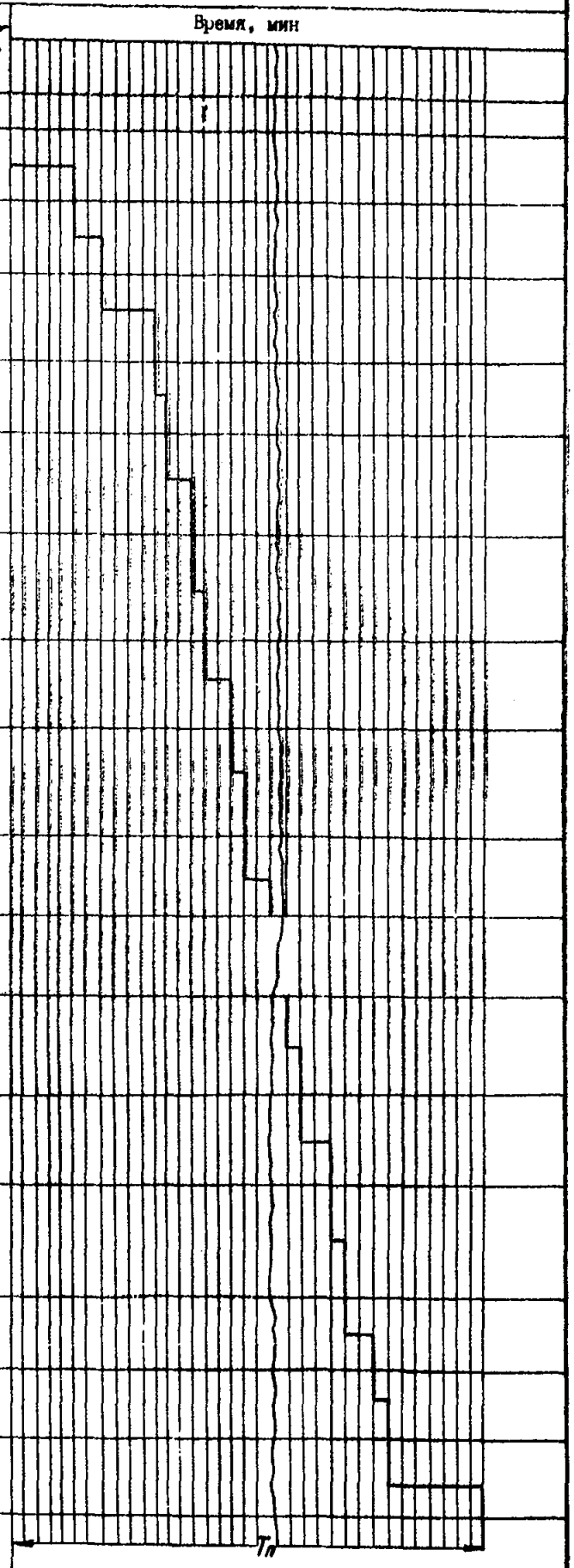

Рис.3. Циклограмма работы комплекса с электроимпульсной установкой:

l_{g1} и l_{g2} - дополнительная длина пробега вагонов и локомотивов; 0,2 мин - время расцепки или сцепки вагонов; v_1, v_2, v_3 - скорость движения соответственно локомотивов, толкателей и маневровых устройств

зочные устройства, применяемые на магистральном железнодорожном транспорте, должно работать круглосуточно, включая выходные и праздничные дни.

Грузооборот предприятий, как правило, является заданной величиной. При создании новых машин и устройств его возможная величина определяется расчетом.

Вновь создаваемые установки должны обеспечивать наиболее экономичное решение вопросов предотвращения смерзаемости и восстановления сыпучести смерзшихся грузов. По этой причине они должны сравниваться с наиболее прогрессивными существующими устройствами с учетом принятой технологии, производительности и объемов переработки, достигаемых вновь созданными установками.

Наиболее экономичному решению будет соответствовать вариант, у которого приведенные затраты являются минимальными.

Приведенные затраты определяются по известной формуле

$$П_i = C_i + E_н \cdot K_i \,, \qquad (I3)$$

где $П_i$ - приведенные расходы;

C_i - эксплуатационные расходы;

K_i - капитальные вложения;

$E_н$ - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

i - вариант проектных решений.

При различных объемах переработки груза ориентировочное сравнение ведут по удельным приведенным затратам, которые определяются по формуле

$$П_{уд.i} = \frac{П_i}{Q_i} \,, \qquad (I4)$$

где Q - объем перерабатываемого груза.

Рассмотрим методику определения экономической целесообразности на примере электроимпульсной установки.

Электроимпульсная установка предназначена для отделения примерзшего угля электроимпульсным методом от днища и стенок вагона с последующей выгрузкой вагона на вагоноопрокидывателе.

Аналогичная по назначению операция может быть выполнена профилактикой стенок и днища вагонов от примерзания (НИОТРИНом,

водно-нефтяными эмульсиями) в пунктах погрузки и путем пленочного разогрева примерзшего слоя угля на тепловых установках ВТИ с комбинированным (инфракрасным и конвективным) разогревом.

Исходя из этого, сравнение экономической целесообразности использования комплекса с электроимпульсной установкой ведется с профилактикой угля от примерзания НИОГРИНом Зу или пленочным разогревом в тепляке ВТИ проходного типа. При этом количество вагонов, устанавливаемых в тепляк, берется из расчета, что он, как и электроимпульсная установка, работает в темпе вагоноопрокидывателя.

Для выбранных вариантов расчета необходимо по ранее разработанной методике с использованием существующих технологических схем определить производительность работы установок по профилактике угля от примерзания НИОГРИНом Зу в пунктах погрузки и тепляка ВТИ в пункте выгрузки.

Производительность комплекса с электроимпульсной установкой определяется по формуле (I2).

Определение производительности комплекса для профилактики вагонов от примерзания угля НИОГРИНом Зу в пункте погрузки производится по технологической схеме, приведенной на рис.4 и в табл.2.

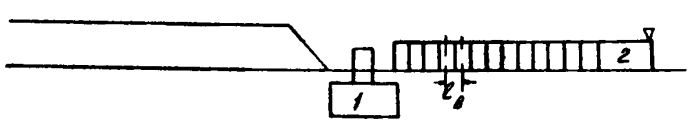

Рис.4. Схема расположения устройств:
I,2 - устройства (см.табл.2)

Перечень устройств, их техническая характеристика и капитальные затраты на создание комплекса для профилактики от примерзания угля НИОГРИНом Зу приводится в табл.2.

Циклограмма работы комплекса с установкой для профилактической обработки транспортных средств НИОГРИНом Зу приводится на рис.5.

Таблица 2

№ п/п	Наименование устройств	Т и п	Количество	Техническая характеристика				Количество обслуживающего персонала	Капитальные затраты, тыс.руб.		
				мощность, кВт	расход пара, воды, топлива, кг/ч	скорость, м/с	время цикла, мин		на оборудование	на монтаж	на строительную часть
I	Установка для профилактической обработки транспортных средств НИОГРИНом Зу	НИИОГРИН	I	I0	600	I	I	I	I5	5	I0
2	Маневровый локомотив	ТЭМ-2	I	I200 л.с	I6,4 (соляровое масло)	-	-	-	II6	-	-
3	Вагоноопрокидыватель	ВРС с ДФИ-II	I	828	-	-	2	I	279	42	428
4	Расцепка вагонов на вагоноопрокидывателе (вручную)							I			

Примечание. Работа всех комплексов учитывает операции выгрузки груза, поэтому для профилактики необходимо в эксплуатационных расходах и приведенных затратах учитывать работу вагоноопрокидывателя.

№ п/п	Наименование операции	Расстояние, м	Скорость, м/мин	Формула расчета	Продолжительность цикла, мин	Время, мин
I	Подача состава локомотивом на путь надвига	$n\ell_в+\ell_{гл}$	v_1	$\frac{n\ell_в+\ell_{гл}}{v_1}$	τ_1	
2	Подача I-го вагона на установку	$\ell_в$	v_2	$\frac{\ell_в}{v_2}$	τ_2	
3	Приведение распылителя в рабочее положение	—	—	—	$\tau_ц'$	
4	Обработка I-го вагона в процессе прохождения его под распылителем и т.д.	—	—	—	$\tau_ц''$	
Затем циклы продолжаются				$\tau_ц$ (n-1) раз		
n-2	Обработка последнего вагона в процессе прохождения его под распылителем	—	—	—	$\tau_ц''$	
n-I	Отключение насосов, вывод распылителя за габарит подвижного состава	—	—	—	$\tau_ц'''$	
n	Уборка состава и локомотива с пути надвига	$\ell_{гл}$	v_1	$\frac{\ell_{гл}}{v_1}$	τ_3	$T_п$
I	Подача состава локомотивом на путь надвига					

Рис.5. Циклограмма работы комплекса с установкой для профилактики

Полный период продолжительности операций Тп-/ по обработке средствами профилактики транспортных средств может быть определен по формуле

$$T_{n-1} = \tau_1 + \tau_2 + \tau_4' + n\,\tau_4'' + \tau_3 . \qquad (I5)$$

Расчетная производительность комплекса может быть определена по формуле (I2).

Определение производительности установки ВТИ проходного типа при пленочном разогреве угля производится по технологической схеме, приведенной на рис.6.

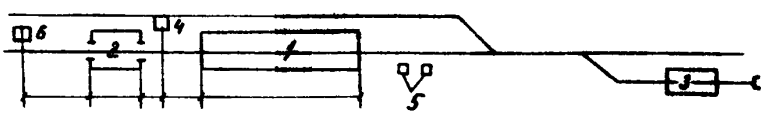

Рис.6. Схема расположения устройств:
I-6 - устройства (см.табл.3)

Перечень устройств, их техническая характеристика и капитальные затраты на создание комплекса для выгрузки угля с установкой ВТИ проходного типа приводится в табл.3.

Таблица 3

№ п/п	Наименование устройств	Тип	Количество	Техническая характеристика				Количество обслуживающего персонала	Капитальные затраты, тыс.руб.		
				мощность, кВт	расход пара, воды, топлива, кг/ч	скорость, м/с	время цикла, мин		на оборудование	на монтаж	на строительную часть
I	Размораживающее устройство с комбинированным разогревом	ВТИ	I на 8 вагонов	78	6.800 (пар)		2	I	I3,3	94,2	I46,I
2	Вагоноопрокидыватель с дробильно-фрезерными машинами	ВРС-I25 с ДФМ-II	I	828	-		2	I	279,3	42,7	427,4
3	Электротележка-толкатель	ТI6-3	2	I5I	-	ϑ_t=0,5 ϑ_x=I,0			I20,0	60,0	22,0
4	Маневровое устройство для проходных путей	МУ-I2М	I	I8,9	-	ϑ_p=0,I3 ϑ_x=0,26			7,9	2,3	I,0
5	Устройство сцепа вагонов и тележка МУ		I	I8,9	-	ϑ_p=0,I3 ϑ_x=0,26			7,9	2,3	I,0
6	Маневровое устройство для сбора вагонов в состав(Зуев-		I	30,0	-	ϑ_p=I,0			4,9	I,6	I,0

Окончание табл. 3

№ п/п	Наименование устройств	Т и п	Количество	Техническая характеристика				Количество обслуживающего персонала	Капитальные затраты, тыс.руб.		
				мощность, кВт	расход пара, воды, топлива, кг/ч	скорость, м/с	время цикла, мин		на оборудование	на монтаж	на строительную часть
	ский литейно-механический завод)										
7	Расцепка вагонов на вагоноопрокидывателе (вручную)	–	–	–	–	–	0,2	I	–	–	–

Полный период продолжительности операций П-2 при пленочном разогреве груза на установке ВТИ проходного типа при подаче состава из 30 вагонов может быть определен по формуле

$$T_{п\text{-}2} = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5 + \tau_4' + 19(\tau_6 + \tau_4') + 10(\tau_8 + \tau_4'). \quad (16)$$

Расчетная техническая производительность комплекса определяется по формуле (12).

Расчетная (техническая) производительность работы комплексов позволяет определить эксплуатационную производительность. По ней для расчета эксплуатационных затрат определяются общие объемы перерабатываемого груза в холодный период года, годовой грузопоток, суммарное время работы комплекса и отдельных устройств в этот период года.

Последовательность расчета приводится в табл.4.

Данные капитальных затрат для соответствующих комплексов берутся из табл. I, 2 и 3.

Методика определения эксплуатационных расходов принята в соответствии с "Руководством по определению эксплуатационных расходов и экономической эффективности при составлении проектов механизации погрузочно-разгрузочных работ и складов". Выпуск 4I78 (М., Промтрансниипроект, I976).

Последовательность расчета приводится в табл.5.

В формулах, приведенных в табл.5, приняты следующие условные обозначения:

$n^р$ - число работающих;
K_1 - коэффициент перехода к списочному составу;
$З_{оз}$ - зарплата одного человека, руб.;
$Н_с$ - коэффициент начисления на зарплату;
$К^с$ - тариф страховых взносов, %;
N - мощность электродвигателей, кВт, и локомотивов, л.с.;
$ц^э$ - стоимость I кВт электроэнергии, руб.;
$К_э$ - коэффициент использования мощности электродвигателей;
$Ш$ - удельный расход топлива, кг/л.с.ч;
$Ц_т$ - стоимость I т горючего, руб.;

Таблица 4

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Формулы расчета вариантов		
			основного	I-го	2-го
I	Эксплуатационная производительность $(П^э)$	т/ч	$П_0^э = П_0 K_т$	$П_1^э = П_1 K_т$	$П_2^э = П_2 K_т$
2	Суммарное время работы комплекса в холодный период года (τ)	ч	$\tau_0^х = \tau_{дн}^х \cdot 24$	$\tau_1^х = \tau_{дн}^х \cdot 24$	$\tau_2^х = \tau_{дн}^х \cdot 24$
3	Общий объем перерабатываемого груза в течение холодного периода года $(Q^х)$	т	$Q_0^х = П_0^э \cdot \tau_0^х$	$Q_1^х = П_1^э \cdot \tau_1^х$	$Q_2^х = П_2^э \tau_2^х$
4	Годовой грузопоток (расчетный) $(Q^г)$	т	$Q_0^г = 8760 П_0^э$	$Q_1^г = 8760 П_1^э$	$Q_2^г = 8760 П_2^э$
5	Суммарное время работы электроимпульсной установки в холодный период года $(\tau^э)$	ч	$\tau_0^э = \frac{(\tau_п' + \tau_ц) \cdot n}{T_п} \cdot \tau_0^х$	———	———
6	Суммарное время работы вагоноопрокидывателя в холодный период года $(\tau^в)$	ч	$\tau_0^в = \frac{(\tau_п + \tau_ц) \cdot \tau_0^х}{T_п}$	$\tau_1^в = \frac{(\tau_в + \tau_ц) \cdot 30 \tau_1^х}{T_{п1}}$	$\tau_2^в = \frac{[20(\tau_ц + \tau_б) + 10(\tau_ц + \tau_в)]}{T_{п2}} \cdot \tau_2^х$ (при подаче 30 вагонов)
7	Суммарное время работы установки ВТИ в холодный период года $(\tau^{вти})$	ч	———	———	$\tau_2^{вти} = \frac{[\tau_ц + 20(\tau_ц' + \tau_э) + 10(\tau_ц'' + \tau_г)]}{T_{п2}} \cdot \tau_2^х$
8	Суммарное время работы установки для профилактической обработки транспортных средств НИОГРИНом Зу в холодный период года $(\tau^п)$	ч	———	$\tau_1^п = \frac{\tau_ц \cdot n}{T_п} \cdot \tau_1^х$	———
9	Суммарное время работы локомотива в холодный период года $(\tau^л)$	ч	$\tau_0^л = \frac{(\tau_1 + \tau_2)}{T_п} \cdot \tau_0^х$	$\tau_1^л = \frac{T_п'}{60} \cdot \tau_1^х$	$\tau_2^л = \frac{(\tau_1 + \tau_2)}{T_{п2}} \cdot \tau_2^х$
I0	Суммарное время работы электротолкателя в холодный период года $(\tau^{эл})$	ч	$\tau_0^{эл} = \frac{[T_п - (\tau_1 - \tau_2)]}{T_п} \cdot \tau_0^х$	———	$\tau_2^{эл} = \frac{[\tau_3 + \tau_4 + \tau_5 + \tau_{10} + 20(\tau_4'' + \tau_6)]}{T_{п2}} \tau_2^х$
II	Суммарное время работы маневрового устройства $(\tau^м)$	ч	———	———	$\tau_2^м = \frac{\tau_3 + 10(\tau_4'' + \tau_2)}{T_{п2}} \cdot \tau_2^х$

Примечание. Кт – коэффициент перевода расчетной технической производительности в эксплуатационную;

$\tau_{дн}^х$ – длительность холодного периода года, - сут.

Таблица 5

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Формулы расчета вариантов		
			основного	I-го	2-го
I	Списочный состав работающих при непрерывной работе комплекса в холодный период года и при 6-дневной рабочей неделе $(Ш^{с})$	чел.	$Ш_0^{с} = n_0^{р} K_1$	$Ш_1^{с} = n_1^{р} K_1$	$Ш_2^{с} = n_2^{р} K_1$
2	Общая сумма основной и дополнительной зарплаты $(Ц^{з})$	руб.	$Ц_0^{з} = \frac{(\tau_{см}^{х} + 30)}{365} З_{оз} Ш_0^{с}$	$Ц_1^{з} = \frac{(\tau_{см}^{х} + 30)}{365} З_{оз} Ш_1^{с}$	$Ц_2^{з} = \frac{(\tau_{см}^{х} + 30)}{365} З_{оз} Ш_2^{с}$
3	Начисления на зарплату по соцстраху $(Ц^{н})$	руб.	$Ц_0^{н} = Ц_0^{з} К_{с}/100$	$Ц_1^{н} = Ц_1^{з} К_{с}$	$Ц_2^{н} = Ц_2^{з} К_{с}$
4	Стоимость электроэнергии $(Ц^{э})$	руб.	$Ц_0^{э} = \Sigma N_0 \tau_0^{э} Ц_э K_э$	$Ц_1^{э} = \Sigma N_1 \tau_1^{э} Ц_э K_э$	$Ц_2^{э} = \Sigma N_2 \tau_2^{э} Ц_э K_э$
5	Стоимость горючего $(Ц^{г})$	руб.	$Ц_0^{г} = \frac{\Sigma N_0 Ш \tau_0^{об} Ц_г}{1000}$	$Ц_1^{г} = \frac{\Sigma N_1 Ш \tau_1^{об} Ц_г}{1000}$	$Ц_2^{г} = \frac{\Sigma N_2 Ш \tau_2^{об} Ц_г}{1000}$
6	Стоимость средств профилактики $(Ц^{п})$	руб.	———	$Ц_1^{п} = \frac{\tau_1^{г} m_0 Ц_п}{1000}$	———
7	Стоимость пара $(Ц^{пар})$	руб.	———	———	$Ц_2^{пар} = \tau_2^{вти} m_{пар} Ц_{пар}$
8	Стоимость работы маневрового локомотива $(Ц^{л})$	руб.	$Ц_0^{л} = \tau_0^{л} Ц_л$	$Ц_1^{л} = \tau_1^{л} Ц_л$	$Ц_2^{л} = \tau_2^{л} Ц_л$
9	Сумма амортизационных отчислений по строительной части $(Ц^{а})$	руб.	$Ц_0^{а} = K_0^{с} H_0^{с}/100$	$Ц_1^{а} = K_1^{с} H_1^{с}/100$	$Ц_2^{а} = K_2^{с} H_2^{с}$
I0	Сумма амортизационных отчислений на оборудование $(Ц^{об})$	руб.	$Ц_0^{об} = K_0^{об} H_0^{об}/100$	$Ц_1^{об} = K_1^{об} H_1^{об}/100$	$Ц_2^{об} = K_2^{об} H_2^{об}$
II	Сумма цеховых расходов $(Ц^{ц})$	руб.	$Ц_0^{ц} = 0{,}05 K_0^{с} + 0{,}04 Ц_0^{з} + 20 Ш_0^{с} + 0{,}1 Ц_0^{э} + 0{,}05 Ц_0^{г} + 0{,}015 K_0^{с} + 0{,}06 K_0^{об}$	$Ц_1^{ц} = 0{,}05 K_1^{с} + 0{,}04 Ц_1^{з} + 20 Ш_1^{с} + 0{,}1 Ц_1^{э} + 0{,}05 Ц_1^{г} + 0{,}015 K_1^{с} + 0{,}06 K_1^{об}$	$Ц_2^{ц} = 0{,}05 K_2^{с} + 0{,}04 Ц_2^{з} + 20 Ш_2^{с} + 0{,}1 Ц_2^{э} + 0{,}05 Ц_2^{г} + 0{,}015 K_2^{с} + 0{,}06 K_2^{об}$
I2	Прочие расходы $(Ц^{пр})$	руб.	$Ц_0^{пр} = 0{,}1 Ц_0^{ц}$	$Ц_1^{пр} = 0{,}1 Ц_1^{ц}$	$Ц_2^{пр} = 0{,}1 Ц_2^{ц}$
I3	Годовые эксплуатационные расходы $(С)$	руб.	$С_0 = Ц_0^{з} + Ц_0^{н} + Ц_0^{э} + Ц_0^{г} + Ц_0^{л} + Ц_0^{а} + Ц_0^{об} + Ц_0^{ц} + Ц_0^{п}$	$С_1 = Ц_1^{з} + Ц_1^{н} + Ц_1^{э} + Ц_1^{г} + Ц_1^{л} + Ц_1^{а} + Ц_1^{об} + Ц_1^{ц} + Ц_1^{пр}$	$С_2 = Ц_2^{з} + Ц_2^{н} + Ц_2^{э} + Ц_2^{г} + Ц_2^{л} + Ц_2^{а} + Ц_2^{об} + Ц_2^{ц} + Ц_2^{п} + Ц_2^{пар}$

$m_п$ - удельный расход средств профилактики, кг/ч;

$Ц_п$ - стоимость средств профилактики, руб/т;

K_c - сумма капитальных вложений на строительство, руб;

H^c - нормативный коэффициент аммортизации на строительную часть, %;

$K^{об}$ - сумма капитальных вложений на оборудование, руб.;

$H^{об}$ - нормативный коэффициент аммортизации на оборудование, %.

Все данные и коэффициенты для табл.5 берутся из ранее приведенных расчетов и выпуска 4I78 (М.,Промтрансниипроект, I976).

Для сравнения вариантов определяются основные технико-экономические показатели и заносятся в табл.6.

Таблица 6

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Условные обозначения и формулы расчета вариантов			Примечание
			основного	I-го	2-го	
I	Годовой грузопоток	тыс.т	$Q_o^г$	$Q_1^г$	$Q_2^г$	См.табл.4
2	Объем переработки в холодный период года	тыс.т	$Q_o^х$	$Q_1^х$	$Q_2^х$	" "
3	Суммарные капитальные вложения	тыс.руб.	K_c^c	K_1^c	K_2^c	См.табл. I,2,3
4	Годовые эксплуатационные расходы	тыс.руб.	C_o	C_1	C_2	См.табл.5
5	Штат работающих (списочный состав)	чел.	$Ш_o^c$	$Ш_1^c$	$Ш_2^c$	" "
6	Производительность труда производственного персонала в холодный период года	т/чел.	$\frac{Q_o^х}{n_o^г}$	$\frac{Q_1^х}{n_1^г}$	$\frac{Q_2^х}{n_2^г}$	См.табл. I,2,3

Окончание табл.6

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Условные обозначения и формулы расчета вариантов		
			основного	I-го	2-го
7	Удельные капитальные вложения	руб.	$K_0=\frac{K_0^0}{Q_0^x}$	$K_1=\frac{K_1^1}{Q_1^x}$	$K_2=\frac{K_2^2}{Q_2^x}$
8	Годовые приведенные расходы	тыс. руб.	$П_0=C_0+0{,}12K_0$	$П_1=C_1+0{,}12K_1$	$П_2=C_2+0{,}12K_2$
9	Себестоимость грузопереработки	руб/т	$C_0=\frac{C_0}{Q_0^x}$	$C_1=\frac{C_1}{Q_1^x}$	$C_2=\frac{C_2}{Q_2^x}$
10	Годовой экономический эффект	тыс. руб.	$Э_0^{ф}=Q_0^x(C_2-C_0)+$ $+0{,}12(K_2-K_0)$	$Э_1^{ф}=Q_1^x(C_1-C_0)+$ $+0{,}12(K_1-K_0)$	$Э_2^{ф}=Q_2^x(C_2-C_1)+$ $+0{,}12(K_2-K_1)$
11	Удельные приведенные расходы	руб/т	$П_0^{уд}=\frac{П_0}{Q_0^x}$	$П_1^{уд}=\frac{П_1}{Q_1^x}$	$П_2^{уд}=\frac{П_2}{Q_2^x}$
12	Годовой экономический эффект (по удельным приведенным расходам)	тыс. руб.	$Э_0^{уд}=Q_0^x\times$ $\times(П_2^{уд}-П_0^{уд})$	$Э_1^{уд}=Q_1^x\times$ $\times(П_1^{уд}-П_0^{уд})$	$Э_2^{уд}=Q_2^x\times$ $\times(П_2^{уд}-П_1^{уд})$

При равнозначных годовых объемах переработки груза выгрузочными комплексами их можно сравнивать по годовому экономическому эффекту (с учетом остальных показателей).

При различных годовых объемах переработки груза различными выгрузочными комплексами ориентировочные сравнения, как правило, производятся по удельным приведенным расходам.

2. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА

Расчет ведется в соответствии с методикой для каждого разрабатываемого разгрузочного комплекса.

Условия перевозок и климатические зоны рассматриваются применительно к тем географическим районам, в которых будут производиться испытания вновь создаваемых комплексов и устройств.

2.I. Комплекс с электроимпульсной установкой

По данным экспериментальных исследований определяют КПД рабочего органа по передаче удара от электрического импульса на внутреннюю поверхность люка.

Исходными данными для расчета являются:

C - максимальная емкость конденсатора, мкФ (C=I40 ÷ I60);

U - максимальное напряжение конденсатора, В (=3000÷5000);

$E^к$ - энергия заряженного конденсатора, Дж (определяется расчетом);

m - масса шайбы (0,54 кг);

g - земное ускорение (9,8 м/с^2);

h - высота подскока шайбы (9 м);

$E^л$ - энергия, сообщенная шайбе при импульсном ударе по внешней поверхности люка, кгс·м (определяется расчетом);

K_g - коэффициент перевода джоулей в килограммометры (K_g = 0,I02).

По формуле (I) определяем энергию заряженного конденсатора:

$$E^к = \frac{CU^2}{2g} K_g = \frac{I40 \cdot I0^{-6} \cdot 3000^2}{2} 0,I02 = 64,5 \text{ кгс·м}.$$

По формуле (2) определяем энергию, переданную на внутреннюю поверхность люка (подскок шайбы):

$$E^л = mgh = 0,54 \cdot 9,8 \cdot 9 = 4,9 \text{ кгс·м}.$$

По формуле (3) определяем КПД рабочего органа:

$$\eta = \frac{E^л}{E^к} = \frac{4,9}{64,5} = 0,076, \text{ или } 7,6\% \approx 8\%.$$

По формуле (4) определяем максимальное значение энергии, которая может быть подведена рабочими органами под люк вагона и передана на внутреннюю поверхность люка.

Исходные данные берут из технического задания на проектирование установки и получают расчетом.

E_{max} - максимальное количество энергии, передаваемое на внутреннюю поверхность люка, кгс.м (определяется расчетом);

$$E_{max} = \frac{n_p \cdot n_к C_м \cdot U_к^2 \cdot K_g \cdot 2}{2} =$$

$$= \frac{4 \cdot 2 \cdot 160 \cdot 10^{-6} \cdot 5000^2}{2} = 0{,}102 \cdot 0{,}08 = 151 \text{ кгс} \cdot \text{м};$$

n_p - количество рабочих органов, подводимых под люк вагона (4 шт);

$n_к$ - количество конденсаторов в одном рабочем органе (2 шт);

$C_м$ - максимальная емкость зарядки конденсатора (160 мкФ);

$U_к$ - максимальное напряжение на конденсаторе (5000 В).

По формуле (5) определяем минимально необходимую энергию для отделения примерзшего слоя груза толщиной 0,05 м от внутренней поверхности люка.

Исходные данные: геометрические размеры люка вагона, усилия на отрыв примерзшего груза, статическое давление груза на днище, усилие на разрыв смерзшегося груза (определены экспериментально в лаборатории ПТНП), а также на преодоление сил инерции.

A - минимально необходимая энергия на отрыв примерзшего слоя груза от днища (с учетом дробления), кгс.м (определяется расчетом);

b - ширина люка вагона (155 см);

ℓ - длина люка вагона (141 см);

$P_п$ - прочность примерзания угля к металлической поверхности, равная 1 кгс/см^2;

P_g - статическое давление угля на днище (0,2 кгс/см^2);

P_p', P_p'' - сопротивление на разрыв смерзшегося угля (6 кгс/см^2);

δ - толщина смерзшегося слоя груза (5 см).

По исходным данным определяют значения главных векторов силы по формулам (6) - (9).

$$F_n = |P_n| \int_{141}^{141} dy = 1 \int_{141}^{141} dy = 141 \text{ кгс};$$

$$F_g = |P_g| \int_{141}^{141} dy = 0{,}2 \int_{0}^{141} dy = 28{,}2 \text{ кгс};$$

$$F_p' = |P_p'| \int_{0}^{141} dy = 6 \int_{0}^{141} dy = 846 \text{ кгс};$$

$$F_p'' = |P_p''| \int_{0}^{155} dx = 6 \int_{0}^{141} dx = 930 \text{ кгс}.$$

Определив главные векторы силы по формуле (5), находим минимально необходимую энергию для отделения примерзшего слоя груза от днища полувагона:

$$A = [141 \int_{0}^{155} dx + 28{,}2 \int_{0}^{155} dx + 846 \int_{0}^{5} dx + 930 \int_{0}^{5} dy] \cdot 1{,}1 =$$

$$= 38583 \text{ кгс} \cdot \text{см}, \quad \text{или} \sim 386 \text{ кгс} \cdot \text{м}.$$

Для определения возможности использования установки подставляем полученные данные в уравнение (10):

$$E_{max} > A \leq 300;$$

$$151 > 386 \leq 300.$$

Учитывая, что расчетные данные не удовлетворяют неравенству (10), можно предположить, что создаваемая установка будет неработоспособной. В предлагаемом конструктивном исполнении ее мощность недостаточна для отделения примерзшего слоя угля (толщиной слоя 5 см) от днища полувагона, а при достижении необходимых усилий эта установка не обеспечивает сохранности вагонного парка. Однако, учитывая кратковременность нагрузок и возможность распределения их равномерно по площади люка, проводят дополнительные испытания рабочего органа для определения допустимых напряжений на металлоконструкцию полувагона.

Внутренние поверхности кузовов полувагонов в большинстве случаев имеют сохранившуюся покраску или тонкий маслянис-

тый слой, что существенно снижает силу примерзания груза к поверхности. Кроме того, слой примерзшего груза может быть значительно меньше 0,05 м, а само примерзание - не охватывать все плоскости соприкосновения груза с вагоном. Это приводит к уменьшению энергии, необходимой для отделения примерзшего слоя груза от днища вагона, и создаваемая установка сможет найти сферы рационального использования. В этом случае электроимпульсная установка, возможно, позволит наиболее целесообразно реализовать усилия для отделения примерзшего груза от внутренних поверхностей вагона.

Исходя из этого,необходимо определить расчетную производительность и экономическую целесообразность создания установки.

Производительность электроимпульсной установки определяется по формуле (I2), а полный период продолжительности операций-по циклограмме и принятой технологической схеме по формуле (II).

Исходными данными для расчета является принятая технологическая схема (рис.2, табл.I).

n - количество вагонов в составе(для расчета принято 30 четырехосных);

$\ell_в$ - длина вагона (I4 м);

v_t - средняя скорость передвижения маневрового локомотива (2 м/с);

$\ell_{д1}$ - дополнительная длина пробега локомотива (200м);

$\ell_{д2}$ - дополнительная длина пробега электротолкателя (I00 м);

$\tau_ц^э$ - продолжительность цикла нахождения вагона на электроимпульсной установке (без передвижения) (3 мин);

$\tau_ц^в$ - продолжительность цикла выгрузки вагона на вагоноопрокидывателе (базе передвижения) (3 мин.);

$v_г$ - скорость передвижения электротолкателя без состава (I м/с);

$v_з$ - скорость передвижения электротолкателя с составом (0,5 м/с);

q - грузоподъёмность вагона (62 т).

Формулы расчета продолжительности операций приводятся в циклограмме (см.рис.2). По исходным данным определяется полный период продолжительности операций:

№ п/п	Наименование операций	Расстояние, м	Скорость, м/мин	Формула расчета	Продолжительность цикла, мин
I	2	3	4	5	6
I	Подача состава локомотивом на путь надвига	$30\ell_в + \ell_{g1}$	v_1	$\frac{30\ell_в + \ell_{g1}}{v_1}$	τ_1
2	Отцепка локомотива от состава, уборка с пути надвига	ℓ_{g1}	v_1	$\frac{\ell_{g1}}{v_1} + 0{,}2$	τ_2
3	Подача электротолкателя на путь надвига, сцепка с составом	ℓ_{g2}	v_2	$\frac{\ell_{g2}}{v_2} + 0{,}2$	τ_3
4	Подача первых десяти вагонов на установку и разогрев вагонов в процессе надвига	$10\ell_в$	v_3	$\frac{10\ell_в}{v_3} + \tau'_g$	τ_4
5	Подача I-го вагона на вагоноопрокидыватель, отцепка вагона от состава	$\ell_в + 30$	v_3	$\frac{\ell_в + 30}{v_3} + 0{,}2$	τ_5
6	Выгрузка 2-го вагона на вагоноопрокидывателе	—	—	—	τ'_4
7	Подача 2-го вагона на вагоноопрокидыватель, отцепка от состава, выталкивание I-го вагона	$\ell_в$	v_3	$\frac{\ell_в}{v_3} + 0{,}2$	τ_6
8	Разогрев вагонов в процессе надвига на установку электротолкателем и т.д.	$10\ell_в$	v_3	$\frac{10\ell_в}{v_3} + \tau'_g$	τ_7

τ'_4 и τ_6 19 раз

Затем циклы продолжаются

27	Подача 20-го вагона на вагоноопрокидыватель с отцепкой от состава	$\ell_в$	v_3	$\frac{\ell_в}{v_3} + 0{,}2$	τ_6
28	Заблаговременная подача тележки и сцепка ее с последними 10- вагонами	$10\ell_в + \ell_{g3}$	v_4	$\frac{10\ell_в + \ell_{g3}}{v_4}$	τ_3
29	Выгрузка 20-го вагона на вагоноопрокидывателе	—	—	—	τ'_4
30	Подача 2I-го вагона маневровым устройством на вагоноопрокидыватель, отцепка вагона от состава	$\ell_в$	v_5	$\frac{\ell_в}{v_5} + 0{,}2$	τ_8
3I	Выгрузка 2I-го вагона на вагоноопрокидывателе	—	—	—	τ'_4
32	Продолжение разогрева вагонов в процессе надвига на установку маневровым устройством	$10\ell_в$	v_5	$\frac{\ell_в}{v_5} + \tau'_g$	τ_9
33	Отцепка электротолкателя от состава, уборка с пути надвига	$30\ell_в + \ell_{g2}$	v_2	$\frac{30\ell_в + \ell_{g2}}{v_2} + 0{,}2$	τ_{10}
	и т.д. Затем циклы продолжаются	τ_8 и τ'_4 8 раз			
43	Подача 30-го вагона маневровым устройством на вагоноопрокидыватель	$\ell_в$	v_5	$\frac{\ell_в}{v_5} + 0{,}2$	τ_8
44	Выгрузка 30-го вагона на вагоноопрокидывателе	—	—	—	τ'_4
I	Подача состава локомотивом на путь надвига	$30\ell_в + \ell_{g1}$	v_1	$\frac{30\ell_в + \ell_{g1}}{v_1}$	τ_1
2	Отцепка локомотива, уборка с пути надвига	ℓ_{g1}	v_1	$\frac{\ell_{g1}}{v_1} + 0{,}2$	τ_2
3	Подача электротолкателя на путь надвига, сцепка с составом	ℓ_{g2}	v_2	$\frac{\ell_{g2}}{v_2} + 0{,}2$	τ_3
	Подача первых десяти вагонов на установку и разогрев вагонов в процессе надвига				

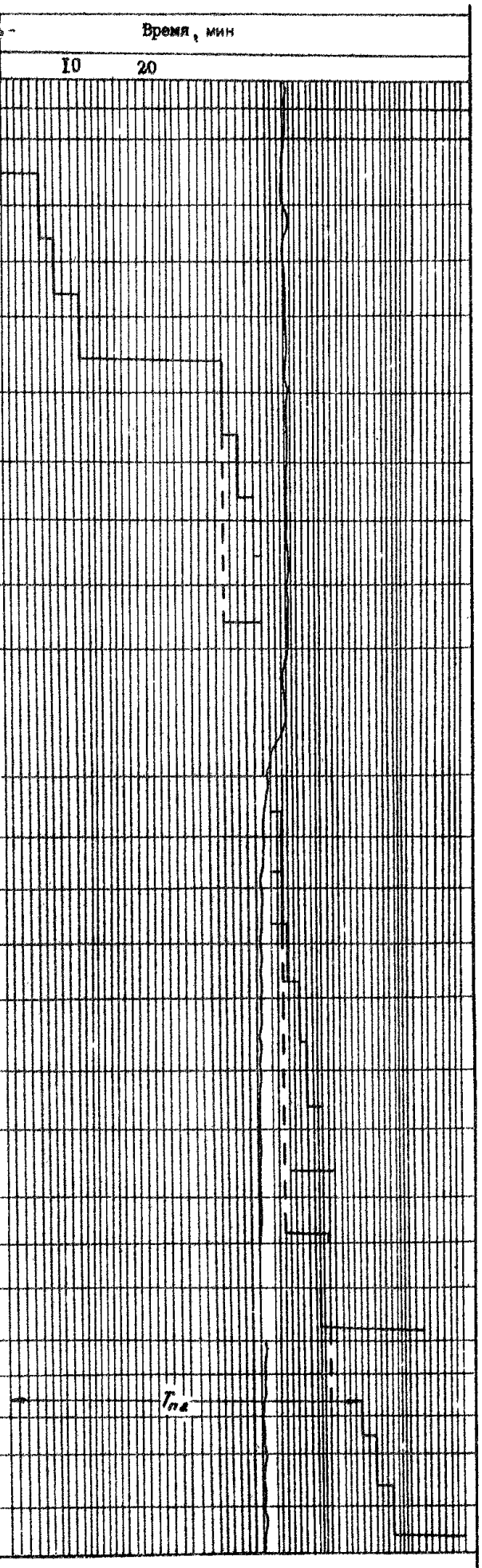

Рис.7. Циклограмма работы комплекса установки ВТИ проходного типа для пленочного разогрева угля

$$T_n = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + 2(\tau_n' + \tau_4) + (n-1)(\tau_n + \tau_4) + \tau_{уб} =$$

$$= 5+2+2+2\ (I+3) + 29\ (I+3) + 5 = I38 \text{ мин.}$$

По полному периоду продолжительности операций определяют производительность комплекса, принятого при сравнении в качестве основного варианта.

$$П_о = \frac{Ч \cdot n \cdot 60}{T_n} = \frac{62.30}{I38} \cdot 60 = 809 \text{ т/ч} = 800 \text{ т/ч}.$$

Электроимпульсная установка сравнивается с установками для профилактики от примерзания (первый вариант) с тепловыми установками ВТИ для разогрева угля (второй вариант). Исходя из этого, по принятым технологическим схемам (см.рис.4, табл.2, рис.6, табл.3) и циклограммам работы (рис.5 и 7) определяется производительность работы этих комплексов.

Исходными данными для определения производительности комплекса для внесения средств профилактики являются:

n - количество вагонов в составе (30);

$l_в$ - длина вагона (I4 м);

$l_{д1}$ - дополнительная длина пробега локомотива (200 м);

τ_4 - время приведения распылителя в рабочее положение (I мин.);

τ_4' - время обработки одного вагона под распылителем (2 мин);

$l_{д2}$ - расстояние уборки состава с пути надвига (620 м).

Формулы расчета продолжительности операций приводятся в циклограмме (см.рис.5).

Полный период продолжительности операций определяется по формуле (I5):

$$T_{n-1} = \tau_1 + \tau_2 + \tau_4' + n\tau_4'' + \tau_3 = 5+I+I+30:2+5 = 72 \text{ мин.}$$

Расчетная производительность комплекса (I-й вариант) определяется по формуле (I2):

$$\frac{Ч \cdot n \cdot 60}{T} = \frac{62.30}{72} 60 = I\ 550 \text{ т/ч.}$$

Исходными данными для расчета производительности комплекса с установкой ВТИ являются:

n, $l_в$, V_1, $l_{д1}$, $l_{д2}$, V_2, V_3 (те же, что для электроимпульсной установки);

τ_4 – продолжительность цикла разогрева первых I0 вагонов (20 мин.);

τ_4' – продолжительность цикла выгрузки вагона на вагоноопрокидывателе (без передвижения (3 мин.);

τ_8 – продолжительность надвига вагона на вагоноопрокидыватель маневровым устройством (2 мин).

Полный период продолжительности операций определяется по формуле (I6):

$$T_{n\cdot2} = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5 + \tau_4' + 19(\tau_4 + \tau_4') + 10(\tau_8 + \tau_4') =$$

$$= 5+2+2+20+2+3+19\ (1+3) + 10\ (2+3) = 160 \text{ мин.}$$

Расчетная производительность комплекса (2-й вариант) определяется по формуле (I2):

$$П_2 = \frac{Q \cdot n \cdot 60}{T_{n\cdot2}} = \frac{62 \cdot 30 \cdot 60}{160} = 697{,}5 \text{ т/ч} \approx 700 \text{ т/ч}.$$

Учитывая, что производительность основного и сравниваемых вариантов различна, экономическую целесообразность их использования ориентировочно можно определить по удельным приведенным затратам на I т выгруженного груза.

Исходными данными для расчета являются:

$K_т$ – коэффициент перевода расчетной производительности в техническую (нормы технологического проектирования объектов складского хозяйства, утвержденные Госснабом СССР в I975 г.), равный 0,8;

T_q – продолжительность холодного периода года (в V климатической зоне) с учетом времени на консервацию (на лето), подготовку и расконсервацию (на зиму), равная I80 дням.

По ранее выведенным формулам (см.табл.4) и в установленной последовательности определяется эксплуатационная производительность работы комплексов, суммарное время работы комплексов и отдельных устройств, общий объем перерабатываемого груза и возможный (расчетный) годовой грузопоток. Данные расчета заносятся в табл.7.

Таблица 7

№ п/п	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Расчетные показатели вариантов		
			основного	I-го	2-го
I	Эксплуатационная производительность	$П_у^т$ т/г	$П_0^т$=640	$П_1^т$=1240	$П_2^т$=560
2	Суммарное время работы комплекса в холодный период	$\tau_у^х$ г	$\tau_0^х$=3600	$\tau_1^х$=3600	$\tau_2^х$=3600
3	Объём перерабатываемого груза в холодный период года	$Q_у^х$ тыс.т	$Q_0^х$=2304	$Q_1^х$=4484	$Q_2^х$=2016
4	Годовой (расчетный) грузопоток	$Q_у^г$ тыс.т	$Q_0^г$=5606	$Q_1^г$=10862	$Q_2^г$=4906
5	Суммарное время работы электроимпульсной установки	$\tau_у^{эи}$ г	$\tau_0^{эи}$=3130	—	—
6	Суммарное время работы вагоноопрокидывателя	$\tau_у^{во}$ г	$\tau_0^{во}$=3130	$\tau_1^{во}$=3600	$\tau_2^{во}$=2933
7	Суммарное время работы установки ВТИ	$\tau_у^{втн}$ г	—	—	$\tau_2^{втн}$=3060
8	Суммарное время работы установки для внесения средств профилактики	$\tau_у^{пр}$ г	—	$\tau_1^{пр}$=3000	—
9	Суммарное время работы локомотива	$\tau_у^{л}$ г	$\tau_0^{л}$=235	$\tau_1^{л}$=3600	$\tau_2^{л}$=200
I0	Суммарное время работы электротолкателя	$\tau_у^{эт}$ г	$\tau_0^{эт}$=3443	—	$\tau_2^{эт}$=2266
II	Суммарное время работы маневрового устройства	$\tau_у^{м}$ г	—	—	$\tau_2^{м}$=1200

Исходными данными для расчетов эксплуатационных расходов являются:

- число работающих: 9, 9 и 9 чел. (соответственно табл.I,2,8);

K^c - коэффициент перехода к списочному составу (ПТНП, выпуск 4I78, I976 г.), равный I,4 ;

$З^{об}$ - основная и дополнительная зарплата одного человека (ПТНП, выпуск 4I78, I976 г.), равная I560 руб/год;

H^c - начисления на зарплату по соцстраху в долях единицы (ПТНП, выпуск 4I78, I976), равные 75%;

N - мощность электродвигателей; N_0 = I009 кВт (табл.I); N_1 = 838 кВт (табл.2); N_2 = II24 кВт (табл.3);

$K_з$ - коэффициент использования мощности электродвигателем, равный 0,6 (ПТНП, выпуск 4I78, I976г.);

$T^э$ - суммарное время работы всех устройств электродвигателей (табл.I,2,3 и 7); $T_0^э$ = 3200 ч; $T_1^э$ = 3600 ч; $T_2^э$ = 3000 ч.

$T^п$ - время работы маневрового локомотива (табл.7); $T_0^п$ = 235 ч, $T_1^п$ = 3600 ч, $T_2^п$ = 200 ч;

$Р^{П}$ - расход средств профилактики, равный I800 т (табл. 2 и 7);

$Р^{пар}$ - расход пара (табл. 3 и 7); $Р_1^{пар}$ = 20810 т ;

$Ц^э$ - стоимость I тыс.кВт.ч, равная I5 руб.; (ПТНП, выпуск 4I78, I976 г.);

$Ц^{пр}$ - стоимость средств профилактики, равная 22руб./т;

$Ц^п$ - стоимость I локомотиво-ч на маневровой работе (ПТНП, выпуск 4307, I977 г., прил.22), равная 4 руб.;

$Ц^{пар}$ - стоимость пара (ПТНП, выпуск 4I78, I976 г.), равная I,9 руб/т;

K^c - сумма капитальных вложений на строительство: $К_0^с$ = 55I тыс.руб. (табл.I), $К_I^с$ = 438 тыс.руб. (табл.2), $К_2^с$ = 588 тыс.руб.(табл.3);

K - капитальные вложения: $К_0$ = I454тыс.руб.(табл.I), $К_I$ = 895 тыс.руб.(табл.2), $К_2$ = I235 тыс.руб.(табл.3);

$H^{ст}$ - нормативный коэффициент аммортизации на строительную часть (ПТНП, выпуск 4I78, I976г.), равный 4%

K^o - сумма капитальных вложений на оборудование: $К_0$ = 700 тыс.руб.(табл.I), $К_I$ = 4I0 тыс.руб.(табл.2), $К_2$ = 433 тыс.руб.(табл.3);

H^{o} – нормативный коэффициент аммортизации оборудования (ПТНП, выпуск 4178, 1976 г.), равный 20%;

$Ц^{ч}$ – цеховые расходы (ПТНП, выпуск 4178,1976г.).

Расчет эксплуатационных расходов ведется по формулам, приведенным в табл.5 и в той же последовательности. Данные расчета заносятся в табл.8.

Таблица 8

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Формула расчета	Расчетные показатели вариантов		
				основного	1-го	2-го
1	Списочный состав работающих		$Ш^{c}=n_{p}K^{c}$	$Ш_{0}^{c}=13$	$Ш_{1}^{c}=13$	$Ш_{2}^{c}=13$
2	Общая сумма основной и дополнительной зарплаты	руб.	$Ц^{з}=\frac{T_{д}}{365}З^{од}n_{p}$	10140	10140	10140
3	Начисления на зарплату по соцстраху	руб.	$Ц^{н}=Ц^{з}H^{c}$	760	760	760
4	Стоимость электроэнергии	руб.	$Ц^{э}=\frac{NK_{з}\tau^{э}Ц_{1}^{э}}{1000}$	26179	37086	28862
5	Стоимость средств профилактики	руб.	$Ц^{пр}=p^{п}Ц_{1}^{пр}$	–	39600	–
6	Стоимость пара	руб.	$Ц^{пар}=p^{пар}\cdot Ц_{1}^{пар}$	–	–	39539
7	Стоимость работы маневрового локомотива	руб.	$Ц^{л}=\tau^{л}\cdot Ц_{1}^{л}$	940	28800	800
8	Сумма амортизационных отчислений по строительной части	руб.	$Ц^{c}=K^{c}H^{ст}$	22040	17520	23480
9	Сумма амортизационных отчислений на оборудование	руб.	$Ц^{o}=K^{об}\cdot H^{об}$	140000	58800	73400
10	Сумма цеховых расходов	руб.	$Ц^{ч}=0{,}005K^{c}+0{,}04Ц^{з}+20Ш^{c}+0{,}1Ц^{э}+0{,}06K^{об}+0{,}015K^{стр}$	60300	25300	31100

Окончание табл.8

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Формула расчета	Расчетные показатели вариантов		
				основного	I-го	2-го
II	Прочие расходы	руб.	$Ц_{прот} = 0{,}1Ц^{ч}$	6030	2530	3II0
I2	Годовые эксплуатационные расходы	руб.	$С = \Sigma Ц$	266381	220536	2III9I

Сравнение вариантов ориентировочно производится по формулам, приведенным в табл.6 и в той же последовательности. Данные расчета заносятся в табл.9.

Таблица 9

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Условные обозначения и формулы расчета	Расчетные показатели вариантов			Примечание
				основного	I-го	2-го	
I	Годовой грузопоток (расчетный)	тыс.т	$Q^г$	$Q_0^г = 5606$	$Q_1^г = 10606$	$Q_2^г = 4906$	См. табл.7
2	Суммарные капитальные вложения	тыс. руб.	$К$	$К_0 = 1454$	$К_1 = 895$	$К_2 = 1235$	См. табл.1, 2,3
3	Годовые эксплуатационные расходы	тыс. руб.	$С$	$С_0 = 266$	$С_1 = 221$	$С_2 = 211$	См. табл.8
4	Штат работающих (списочный состав)		$Ш$	$Ш_0 = 13$	$Ш_1 = 13$	$Ш_2 = 13$	"
5	Производительность труда	тыс.т / чел.	$П_т = \frac{Q^г}{Ш}$	$П_{т\cdot0} = 17{,}72$	$П_{т\cdot1} = 412$	$П_{т\cdot2} = 186$	
6	Удельные капитальные вложения	руб/т	$К_у = \frac{К}{Q^г}$	$К_{у\cdot0} = 0{,}51$	$К_{у\cdot1} = 0{,}17$	$К_{у\cdot2} = 0{,}50$	См. табл.7

Окончание табл. 9

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Условные обозначения и формулы расчета	Расчетные показатели вариантов		
				основного	I-го	2-го
7	Годовые приведенные расходы	тыс.руб.	$П^г = C + 0{,}12K$	$П_0^г = 420$	$П_1^г = 354$	$П_2^г = 345$
8	Себестоимость грузопереработки	руб./т	$C^г = \frac{C}{Q^г}$	$C_0^г = 0{,}11$	$C_1^г = 0{,}05$	$C_2^г = 0{,}10$
9	Удельные приведенные затраты	руб./т	$П^{уд} = \frac{П^г}{Q^г}$	$П_0^{уд} = 0{,}18$	$П_1^{уд} = 0{,}07$	$П_2^{уд} = 0{,}16$
10	Средний простой вагона под операциями выгрузки и профилактики	ч	$t^п = \frac{\sum I_п}{60}$	$t_0^п = 2{,}3$	$t_1^п = 2{,}8$	$t_2^п = 2{,}7$

Сравнение вариантов экономической целесообразности создания комплекса с электроимпульсной установкой показывает, что по основным показателям (производительность труда, себестоимость грузопереработки, удельные приведенные затраты) вновь создаваемый комплекс неконкурентоспособен (по сравнению с существующими комплексами) при использовании средств профилактики и установки ВТИ, а поэтому целесообразность его создания для выгрузки угля из цельнометаллических железнодорожных полувагонов требует экспериментальной проверки.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ЗОНЫ СССР
ПО ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ХОЛОДНОГО ПЕРИОДА ГОДА



Условные обозначения:

— Железные дороги

--- Границы климатических зон

-50°C - Изотермы отрицательных температур наиболее холодной пятидневки в году.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение 3

I. Методика расчета технико-экономических параметров средств и комплексов 6

2. Примеры расчета 22

3. Приложение 34

Тираж 500 экз. Формат 60x84/16

Заказ 449-79.

Отпечатано на ротапринте Союзводоканалпроекта.

gost.e-ecolog.ru