

МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ СССР
ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
имени М.И.КАЛИНИНА

На правах рукописи

Панасенко Виктор Иванович

УДК 629.463.67.001.5

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИК РАСЧЕТА И
ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУКЦИИ
ВАГОНОВ-САМОСВАЛОВ

05.22.07 – Подвижной состав железных дорог и тяга поездов

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Днепропетровск – 1989

НТБ
ДНУЖТ

Работа выполнена в Московском ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени институте инженеров железнодорожного транспорта, Днепропетровском ордена Трудового Красного Знамени институте инженеров железнодорожного транспорта и Всесоюзном научно-исследовательском институте вагоностроения.

Научный руководитель -

доктор технических наук, профессор А.А.Львов.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор Л.А.Маналкин;

кандидат технических наук А.Г.Кузнецов.

Ведущее предприятие - Калининградский вагоностроительный завод.

Защита диссертации состоится "12" мая 1989 г.
в 15 час. 00 мин. на заседании специализированного совета
КИИ4.07.01 в Днепропетровском ордена Трудового Красного Знамени

инсти

Поверните книгу не позднее указанного термина.

на по
длит.

14/12/07	Курто			

НТБ
ДНУЖТ

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Актуальность темы. Добыча полезных ископаемых открытым способом получила широкое распространение в нашей стране благодаря оснащению карьеров высокопроизводительной горнотранспортной техникой, позволяющей существенно повысить механизацию производственных процессов, резко поднять производительность труда и снизить себестоимость получения конечного продукта.

Вагоны-самосвалы на открытых горных разработках используются для транспортировки вскрыши на отвалы и полезных ископаемых на обогатительные фабрики. При этом для погрузки вагонов-самосвалов используются карьерные экскаваторы с ковшами емкостью 8, 10 и 12,5 м³, а в угольной промышленности внедряются экскаваторы с ковшом емкостью 20 м³.

В связи с ростом емкости ковша экскаватора возросли высота сбрасывания и масса крупных кусков породы или руды, проходящих через ковш по условию свободного черпания.

Прочность и долговечность кузова вагона-самосвала в значительной степени зависят от рационального размещения металла в элементах его конструкции, от рациональности размеров сечений элементов, из которых состоит верхняя рама - наиболее нагруженная часть кузова в режиме погрузки.

В эксплуатации возможны случаи опрокидывания вагонов-самосвалов при разгрузке, вызванные либо неудовлетворительным состоянием пути в месте выгрузки, либо несовершенством конструкции вагона, либо характером груза (липкий или смерзшийся в монолит), особенно для вагонов-самосвалов с откидывающимся продольным бортом.

Исследования, проведенные в работе, направлены на совершенствование методик расчета отдельных узлов вагонов-самосвалов и позволяют на этапе проектирования выбирать рациональные параметры вагонов-самосвалов.

1.2. Цель исследования. Разработка методики оценки устойчивости вагонов-самосвалов от опрокидывания при разгрузке; совершенствование методики расчета на прочность элементов кузова вагона-самосвала с откидывающимся бортом при разгрузке; оценка напряженного состояния конструкции вагона-самосвала с односторонней разгрузкой и выбор оптимальных параметров верхней рамы; экспериментальная оценка влияния конст-

руктивной схемы рамы вагона, вида амортизации и характера подсыпки на напряженное состояние элементов верхней рамы при ударе глыбой.

1.3. Методика исследования. Напряженное состояние конструкции восьмиосного вагона-самосвала с поднимающимся бортом оценивалось при помощи метода конечных элементов в форме метода перемещений. Для выбора оптимальных размеров элементов верхней рамы вагона-самосвала применен метод локальных вариаций. Экспериментальная проверка выполнена при испытаниях на модели и натуральных образцах вагона-самосвала.

1.4. Объем и дополнительные сведения. Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения. Работа содержит 128 страниц машинописного текста, 55 иллюстраций, 29 таблиц, список литературы из 155 наименований, 2 приложения.

Пользуясь случаем, автор считает своим долгом выразить сердечную благодарность за помощь и ценные советы к.т.н., доценту кафедры "Строительная механика" ДИИТа И.Г.Барбасу.

2. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

2.1. В первой главе дается анализ конструкций существующих вагонов-самосвалов и соответствия их условиям эксплуатации.

Установлено, что на параметры вагона-самосвала влияют параметры ковша погрузочного экскаватора, такие как вместимость и длина откидывающейся крышки его днища. Зависящая от этих параметров высота сброса груза над уровнем верхней обвязки кузова составляет для экскаваторов с ковшом вместимостью $12,5 \text{ м}^3$ - 2,0 метра, а для перспективного карьерного экскаватора с ковшом вместимостью 20 м^3 - 2,5 метра.

Перевозимый вагонами-самосвалами груз характеризуется насыпной плотностью и кусковатостью. Насыпная плотность груза колеблется от 1,5 до $3,0 \text{ т/м}^3$. Величина насыпной плотности груза влияет на грузоподъемность вагона-самосвала.

Масса и размер куска груза зависят от технологии ведения буровзрывных работ, а также крепости взрываемых материалов. Вскрышные породы на угольных разрезах при взрывании дают 10% кусков с линейными размерами до 1,2 м (масса куска до 3 т). В черной металлургии технология буровзрывных работ допускает значительный выход крупных кусков, которые в общем объеме перевозок составляют около 15% (глыбы массой от 3 до

Ю т). Ударное воздействие таких кусков груза на элементы кузова вагона-самосвала приводит к его повреждению.

Транспортировка вскрышных пород и руд вагонами-самосвалами осуществляется по временным железнодорожным путям, содержание которых, как правило, неудовлетворительное.

Анализ путей совершенствования конструкций вагонов-самосвалов на примере восьмиосных вагонов показал, что наибольшим изменениям подвергается верхняя рама с настилом пола. Описана конструкция унифицированной верхней рамы восьмиосных вагонов-самосвалов, которая явилась результатом целого комплекса теоретических и экспериментальных работ на моделях, макетах и натуральных образцах вагонов-самосвалов, выполненных Б.А.Акатушкиным, И.Г.Барбасом, А.А.Драгоненко, В.А.Дядицевым, Л.Д.Кузьмичом, Ю.Г.Курсовым, А.И.Логиновым, Н.П.Островерховым, А.В.Попковичем, В.В.Татарчуком и др.

Анализ конструкций зарубежных думпкаров показал, что они созданы для существенно более легких условий эксплуатации. Зарубежный опыт создания большегрузных вагонов-самосвалов представляет интерес в части разработки вагонов с односторонней разгрузкой.

2.2. Вторая глава посвящена нагрузкам, действующим на вагон-самосвал при различных режимах его эксплуатации, и методам оценки напряженного состояния конструкции от этих нагрузок. Исследовано напряженное состояние восьмиосного вагона-самосвала с односторонней разгрузкой методом конечных элементов при различных режимах нагружения. Предложены расчетные схемы этого вагона. Выполнен расчет на прочность поднимавшегося продольного борта. Даны конкретные рекомендации (на уровне изобретения) по снижению его напряженного состояния. Предложена методика расчета продольного откидывающегося борта при разгрузке. Рассмотрены факторы, влияющие на устойчивость вагона-самосвала от опрокидывания при разгрузке, и предложена уточненная методика ее оценки в зависимости от конструктивной схемы вагона.

Вагон-самосвал в эксплуатации подвергается различным видам нагружения, связанным с погрузкой и выгрузкой, движением по неровностям железнодорожного пути в составе поезда с ускорением и замедлением, а также ремонту узлов или всего вагона. При проектировании вагонов-самосвалов использовались

"Нормы для расчета на прочность и проектирования думпкаров колеи 1524 мм" 1969 года (авторы: В.Н.Ветров и Л.Д.Кузьмич), в которых впервые были даны обоснованные рекомендации по расчетным схемам вагонов-самосвалов, применительно к ручному счету, для основных видов нагружения: удар глыбой; продольный удар; вертикальная статическая и динамическая (при движении) нагрузки; разгрузка и ремонт.

В последние годы, благодаря накопленному опыту проектирования вагонов-самосвалов, большому экспериментальному материалу, использованию ЭВМ, появилась возможность более точной оценки напряженного состояния конструкции. Это нашло отражение в новой редакции норм (1986г.), которая базировалась на работах Л.Д.Кузьмича, В.С.Плоткина, В.И.Рубана, И.Г.Барбаса, А.В.Попковича, Н.П.Островерхова, В.В.Татарчука, Е.В.Моисеева, Г.Г.Музалева с участием автора.

Оценка напряженного состояния восьмисосного вагона-самосвала с односторонней разгрузкой выполнена с использованием пакета прикладных программ "Думпкар", разработанных в Днепропетровском институте инженеров железнодорожного транспорта для ЭВМ типа ЕС. Для этих исследований были предложены расчетные схемы вагона-самосвала в виде пространственно-стержневой системы, учитывающей взаимодействие узлов и элементов всего вагона при различных видах нагружения. Всего рассмотрено пять расчетных схем. Конструкция вагона позволяет выделить продольный борт в отдельную расчетную схему. Выполненный расчет показал, что конструкция верхней рамы вагона-самосвала далека от оптимальной, ее напряженное состояние можно существенно понизить простыми конструктивными приемами (увеличением числа опор между кузовом и нижней рамой, увеличением числа разгрузочных цилиндров или точек передачи усилий от цилиндров на верхнюю раму). В процессе исследования разработано техническое решение нижней рамы, признанное изобретением [9], позволившее существенно повысить ее прочность от крутящих нагрузок.

Продольный борт вагона-самосвала с односторонней разгрузкой в процессе эксплуатации испытывает усилия распора. В связи с этим к жесткости борта предъявляются повышенные требования для обеспечения его прочности и надежности, а также безопасности движения поездов.

Расчетная схема борта представлена в виде прямоугольной изотропной пластины с нагрузкой, распределенной по линейному закону. Граничные условия обусловлены реальной конструкцией борта и его креплением на кузове вагона-самосвала.

Расчетом установлено, что использование в конструкции вагона-самосвала продольного борта со свободной нижней кромкой недопустимо из-за больших прогибов в среднем сечении - 77,4 мм внизу и 76 мм вверху.

Фиксация нижней кромки борта, как показал расчет, резко уменьшает прогибы по всей высоте борта.

Конструкция механизма фиксации борта в транспортном положении защищена авторским свидетельством Г 3 7.

Вагоны-самосвалы с двухсторонней разгрузкой имеют, как правило, откидывающийся вниз борт, характер связей которого с кузовом не позволяет выделить его в самостоятельную расчетную схему.

Напряженное состояние элементов верхней рамы при разгрузке оценивается для того момента, когда устраняется односторонняя связь между кузовом и нижней рамой и происходит перераспределение веса груза, заполняющего кузов, между элементами конструкции вагона-самосвала. Так как кузов при этом поворачивается на незначительный угол, то продольный борт, занимающий вертикальное положение, учитывается в расчете.

Вместе с тем, экспериментально установлено, что максимальные напряжения наблюдаются тогда, когда борт принимает горизонтальное положение. При таком положении борта его изгибная жесткость минимальна и не влияет на напряженное состояние кузова.

Использование МКЭ для прочностных расчетов позволило рекомендовать расчетную схему надрессорного строения вагона-самосвала в целом для оценки его нагруженности при разгрузке.

Схема построена на допущениях:

- кузов занимает транспортное положение;
- борт соединен с кузовом стержневыми элементами;
- усилия от механизма открывания борта на верхнюю раму передаются с помощью жестких элементов;
- призма груза сдвинута к краю борта и занимает два расчетных положения (без обрушения для оценки нагруженности верхней рамы и с обрушением для оценки нагруженности борта).

Хорошая сходимость результатов эксперимента с расчетом по указанной методике позволила внести ее в новую редакцию норм 1986 года.

На устойчивость вагона-самосвала от опрокидывания при разгрузке оказывают существенное влияние такие конструктивные параметры, как высота откидывающегося борта, расположение осей поворота кузова, характер связей между элементами вагона-самосвала (кузова с нижней рамой, а последней с ходовыми частями), причем конструктивная схема кузова, как правило, имеет определяющее значение.

Анализ известных методов оценки устойчивости вагонов-самосвалов показал, что в них влияние конструктивной схемы кузова не рассматривалось.

Вместе с тем установлено, что введение в конструкцию кузова поднимающегося борта радикально повышает устойчивость при разгрузке вагона-самосвала по сравнению с откинутым бортом даже для липких грузов типа мокрой глины. Поднимающийся продольный борт более эффективен и при резком увеличении высоты кузова.

Предложена уточненная методика, согласно которой устойчивость вагонов-самосвалов при разгрузке оценивается коэффициентом устойчивости, вычисляемым по формуле:

$$K_{уп} = \frac{\sum M_{всг}}{\sum M_0 + \sum M_{гр}} > 1,$$

где $\sum M_{всг}$ - суммарный момент сил тяжести порожнего вагона;

$\sum M_B$ - момент от ветровой нагрузки;

$\sum M_{гр}$ - суммарный момент сил тяжести движущегося груза.

Схема сил, действующих на вагон-самосвал при разгрузке, дана на рис.1. Плечи сил относительно оси опрокидывания определяются из чертежа вагона.

Исследованием установлено, что минимальная устойчивость вагона-самосвала при разгрузке наступает в тот момент, когда ширина основания призмы груза x имеет значение:

$$x = \frac{2\Delta a + 2,2fb}{2 - \operatorname{tg}(\varphi - \beta)\operatorname{tg}(\alpha + \beta) - 0,1f\operatorname{tg}(\varphi - \alpha - \beta)},$$

Схема сил, действующих на вагон-самосвал при разгрузке:
 а) с откидывающимся бортом; б) с поднимающимся бортом

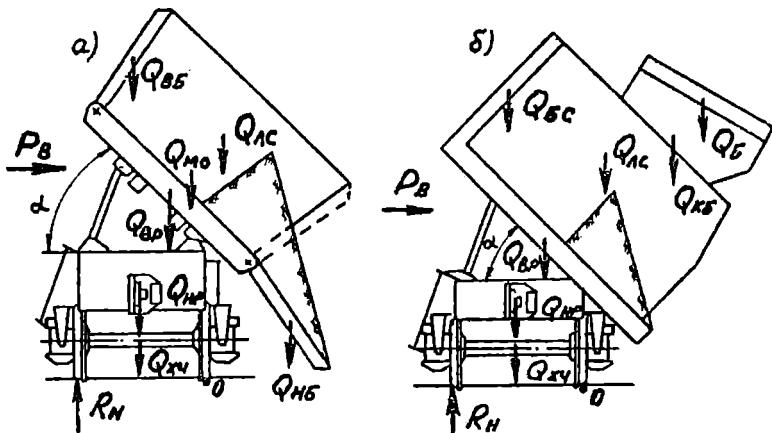


Рис. 1.

Положение груза при минимальной устойчивости вагона:
 а) с откидывающимся бортом; б) с поднимающимся бортом

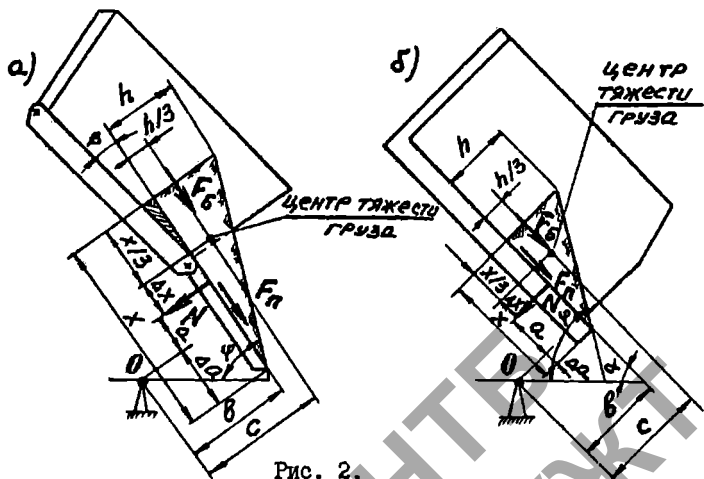


Рис. 2.

- где Δa - координата нижней кромки продольного борта или кузова относительно оси опрокидывания O ;
- f - коэффициент трения груза по стали;
- b - расстояние от оси опрокидывания до плоскости сползания груза;
- α - угол наклона кузова к горизонту;
- β - угол перелома борта по отношению к полу для вагона с откидывающимся бортом. Для вагона с поднимающимся бортом $\beta = 0$;
- φ - угол обрушения груза (см. рис. 2).

Экспериментальную оценку устойчивости вагона-самосвала от опрокидывания при разгрузке рекомендуется проводить по формуле:

$$K_{ур} = \frac{\sum R_H^n}{\sum R_H^n - \sum R_H^{np}} \geq [K_{ур}],$$

которая адекватна вышеприведенной. Здесь

- $\sum R_H^{np}$ - минимальная суммарная величина реакции наружного рельса, замеренная в процессе разгрузки;
- $\sum R_H^n$ - суммарная величина реакции наружного рельса, замеренная после выгрузки груза;
- $[K_{ур}]$ - допускаемый коэффициент устойчивости.

Анализ устойчивости ранее выпускавшихся вагонов-самосвалов по предложенной методике позволял установить величину допускаемого коэффициента устойчивости $[K_{ур}] = 1,5$.

Исходя из изменившихся условий эксплуатации вагонов-самосвалов на разрезах и карьерах, предложено расчетные продольные усилия, действующие на вагон, увеличить до 2,5 МН при I режиме и до 1,0 МН при III режиме эксплуатации, а расчетные нагрузки на ось повысить до 345 кН.

2.3. В третьей главе предложена методика выбора оптимальных параметров основных несущих элементов верхней рамы вагона-самосвала при помощи метода локальных вариаций и метода конечных элементов.

При проектировании новых и модернизации существующих типов вагонов-самосвалов параметры верхней и нижней рам обычно определяются методом перебора нескольких вариантов конструкции, что ведет к большим затратам времени и средств.

Задача выбора оптимальных параметров верхней рамы вагона-самосвала предусматривала минимизацию веса верхней рамы таким образом, чтобы ее конструкция удовлетворяла ограничениям по прочности при ударном нагружении как наиболее тяжелом режиме эксплуатации.

Расчетная схема представлена пространственной пластин-

чато-стержневой системой, учитывающей совместную работу всех элементов кузова и нижней рамы вагона.

Оптимизируемые параметры состоят из двух групп. В первую группу входят координаты расположения поперечных балок верхней рамы. Во вторую группу входят жесткостные характеристики элементов верхней рамы вагона-самосвала. Отличительной особенностью параметров этой группы является их дискретность.

Область допустимых решений ограничена следующими группами условий: ограничения по прочности каждой балки верхней рамы при ударе, диапазоны варьирования координат балок рамы; множество возможных типов поперечных сечений балок.

Разработан пакет программ "LOKVAR", обеспечивающий совместное использование пакета программ "Думпкар" и метода локальных вариаций.

В результате исследования по программе "LOKVAR" установлено оптимальное расположение поперечных балок верхней рамы. Максимальные расчетные напряжения в стартовой точке достигли 352 МПа, при оптимальном расположении поперечных балок - 297 МПа, т.е. снижены на 15%. Несущие элементы принимались выполненными из швеллера № 20В-2. При замене швеллера на № 30И полученный ранее локальный экстремум не сдвинулся. Поэтому можно считать, что полученное расположение балок верхней рамы оптимально в глобальном смысле.

2.4. Четвертая глава посвящена результатам экспериментальных исследований на физической модели вагона-самосвала в $1/5$ натуральной величины и на опытных образцах восьмиосных вагонов-самосвалов моделей 31-655, 34-667 и 34-668 при ударном нагружении падающим грузом.

Модель вагона-самосвала была изготовлена на кафедре строительной механики ДИИТа при участии лаборатории вагонов карьерного транспорта ИИИВа. Модель выполнена сборно-разборной, что позволило исследовать различные варианты рам, амортизации настила пола, местных усилений настила пола при ударном нагружении конструкции падающим грузом. Груз был представлен стальной полусферой и глыбой кварцита с разной конфигурацией в точке контакта. Вес груза составлял 240 Н.

Высота сбрасывания груза варьировалась в пределах от 0,08 до 1,0 м и зависела от конструкции рамы, настила пола, наличия подсыпки и ее толщины. Основным критерием ограниче-

ния высоты сбрасывания груза была "живучесть" модели - неизменяемость геометрических размеров элементов верхней рамы.

Результаты экспериментов на модели позволили рекомендовать конструкцию верхней рамы и настила пола вагона-самосвала для тяжелых условий работы и вагона-самосвала мод.34-667, разрабатываемого для нужд угольной промышленности.

Экспериментально установлено, что дополнительное введение в конструкцию верхней рамы продольных центральных балок меняет характер нагруженности ее элементов (уровень напряжений в поперечных балках, находящихся в зоне удара снизился вдвое).

Существенное значение для ударной прочности имеет амортизирующая прослойка и толщина дополнительного листа. Для амортизирующей прослойки из технической резины с гофрированной поверхностью уровень напряжений в поперечных балках в зоне удара снижается в четыре раза. Дополнительный лист толщиной 30 мм снижает уровень напряжений в поперечных балках в зоне удара в полтора раза, а подсыпка толщиной 0,4 м - в два-три раза. Превышение этих толщин практически не ведет к снижению уровня напряженного состояния конструкции.

Исследование влияния кусковатости подсыпки на уровень напряженного состояния поперечных элементов верхней рамы показало, что эффект достигается при многослойности подсыпки. Защитный слой из крупного гравия не снижает уровня напряжений в верхней раме. Линейные размеры куска не должны превышать 0,20-0,25 м, только при этом обеспечивается многослойность подсыпки.

Целенаправленно выполнены исследования местной защиты элементов верхней рамы, находящихся в зоне удара. Введение в зону удара массивных тел (плит) снижает напряжения в верхней раме в 4-5 раз. Однако пока не найдено приемлемого конструктивного решения по местной защите пола реальных вагонов.

Проведены экспериментальные исследования ударной прочности опытных образцов вагонов-самосвалов модели 31-655 с различной амортизацией настила пола (№ 01 - с деревянной прослойкой, № 02 - с прослойкой из пенополиэтилена) и вагонов-самосвалов модели 34-667 и 34-668 с верхней рамой, поддерживающей продольные центральные балки. Испытания в режиме ударного нагружения опытных образцов, вы-

полнены при участии автора, подтвердили выводы, полученные при экспериментах на модели.

Так, при сбрасывании глыб на настил пола с деревянной амортизацией в поперечных балках, находящихся в зоне удара, напряжения были в два раза выше, чем при амортизации пенополиэтиленом.

Испытания подтвердили, что напряжения в элементах верхней рамы велики вблизи зоны удара и существенно ниже в точках, удаленных от места удара.

Испытания восьмиосных вагонов-самосвалов модели 34-667 и 34-668, отличающихся схемой опирания нижней рамы на ходовые части, проводились путем сбрасывания чугунного бойка со сферической поверхностью в зоне контакта. Применение такого груза позволяет повысить сопоставимость результатов, т.к. условия воздействия груза на пол кузова остаются практически неизменяемыми, в отличие от реальной глыбы, где возможны случаи падения то ребром, то острием, а также происходят процессы разрушения материала глыбы в зоне контакта.

Экспериментальные исследования этих вагонов позволили регламентировать допустимый уровень ударного воздействия падающего груза на конструкцию вагона-самосвала, при котором сохраняется работоспособность вагона и его поперечных элементов.

2.5. В пятой главе приведено обоснование конструктивной схемы и оптимальных параметров большегрузного вагона-самосвала для перспективных условий эксплуатации.

Применение вагона-самосвала с односторонней разгрузкой позволяет реализовать целый ряд технологических преимуществ и обеспечить обслуживание экскаваторов с ковшом емкостью 20 м^3 , экономию времени на разгрузку локомотиво-состава, снижение расходов на осмотры и ремонты вагонов, снижение удельной металлоемкости вагона.

Минуглепром СССР выдал заявку на разработку 8-осного вагона-самосвала с односторонней разгрузкой и выбранными параметрами. Разработано техническое задание на его проектирование. Выполнен расчет технико-экономической эффективности использования перспективного вагона-самосвала (на примере Экибастузского угольного месторождения). Величина годового экономического эффекта может составить

52490 рублей на I вагон-самосвал при условии сопоставления его с лучшим отечественным вагоном-самосвалом модели 34-667 с двухсторонней разгрузкой.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

3.1. Основные результаты работы

3.1.1. Обобщен опыт эксплуатационных требований к конструкциям вагонов-самосвалов и показана тенденция к их ужесточению. Определяющим при конструировании вагона-самосвала является комплекс факторов, отражающих характеристики груза (сыпаяемость, размер кусков и их крепость); высота сбрасывания груза, определяемая параметрами погрузочных экскаваторов; осевые и погонные нагрузки; схема разгрузки и режим движения поезда; содержание железнодорожных путей и приемных карманов на отвалах.

3.1.2. Обобщен опыт конструирования большегрузных вагонов-самосвалов и эволюция отдельных их узлов, обусловленная различными условиями эксплуатации.

3.1.3. Разработана методика оценки устойчивости от опрокидывания при разгрузке, позволяющая осуществить подход к конструированию кузова вагона-самосвала с точки зрения сыпаяемости груза. Показано, что для некоторых видов грузов типа мокрой глины устойчивость от опрокидывания обеспечивается только при использовании в конструкции кузова поднимающегося вверх продольного борта. Методика позволяет существенно упростить вычисления. Уточнен допускаемый коэффициент устойчивости от опрокидывания.

3.1.4. Уточнена методика расчета на прочность вагона-самосвала при разгрузке. Предложена расчетная схема, учитывающая откинутое положение продольного борта в момент начала сыпания груза, когда в кузове вагона-самосвала находится максимально возможная масса груза, а жесткость кузова существенно уменьшена (по сравнению с поднятым бортом).

3.1.5. На основании уточненного анализа с помощью МНЭ нагруженности и жесткости продольного борта и нижней рамы вагона-самосвала с односторонней разгрузкой разработаны конструктивные решения этих узлов, которые признаны изобретениями (а.с. № 622708, 1036599) и использованы при разработке технической документации на вагон-самосвал с электрогидравлической системой разгрузки.

3.1.6. Исследования нагруженности модели вагона-самосвала (в 1/5 натуральной величины) от удара падающим грузом позволили установить:

- целесообразность введения в конструкцию верхней рамы центральных продольных балок. Уровень напряжений в поперечных балках, находящихся в зоне удара, при этом снижается в два раза;

- целесообразность введения в конструкцию настила пола дополнительно "плавающего" листа толщиной 25-30 мм. Уровень напряжений в поперечных элементах верхней рамы в зоне удара при этом снижается в полтора раза. Увеличение толщины дополнительного листа свыше 30 мм малоэффективно - скорость снижения напряжений ниже скорости увеличения металлоемкости кузова;

- целесообразность замены амортизирующей прослойки из деревянных брусьев плитами технической резины с гофрированной поверхностью. Уровень напряжений в поперечных элементах верхней рамы в зоне удара при этом снижается в четыре раза;

- нижний предел толщины защитного слоя подсыпки (0,4 м) из груза мелкой фракции при среднем размере куска 0,2-0,25 м. Уровень напряжений в элементах верхней рамы при этом снижается в два-три раза. Увеличение толщины защитного слоя подсыпки свыше 0,5 м практически не приводит к дальнейшему снижению напряжений.

3.1.7. Натурные экспериментальные исследования опытных образцов вагона-самосвала для тяжелых условий работы (мод. 31-655) и вагона-самосвала для перевозки вскрышных пород (мод. 34-667) падающим грузом показали, что соотношение между напряженным состоянием при разных видах амортизации для модели и натурному ^{05.09.3408} соблюдается. Так, например, применение пенополиэтилена вместо деревянной прослойки в конструкции настила пола модели и натурального вагона-самосвала привело к снижению уровня напряжений в элементах верхней рамы в два раза. Эти эксперименты подтвердили возможность использования моделей для сравнительного исследования вопросов динамического нагружения вагонов-самосвалов.

3.1.8. Выполнен оптимальный расчет по снижению уровня напряжений в элементах верхней рамы, находящихся в зоне удара, который позволил установить, что путем изменения место-

положения поперечных балок можно снизить напряжения в зоне удара на 15%. Тот же результат получен при замене швеллера № 20В-2 по ГОСТ 5267.1-78 в элементах верхней рамы швеллером № 30П по ГОСТ 8240-72.

3.1.9. Обоснована конструктивная схема и определены оптимальные параметры восьмиосного вагона-самосвала для транспортировки вскрышных пород с насыпной плотностью до $1,6 \text{ т/м}^3$:

грузоподъемность	- 170 т
масса тары	- 75 т
емкость кузова	- 07 м^3
нагрузка на ось	- 300 кН
погонная нагрузка	- 140 кН/м
число осей	- 8
схема разгрузки	- односторонняя
толщина промежуточного листа	- 20 мм

Технико-экономическая оценка эффективности использования этого вагона-самосвала в угольной промышленности показала, что годовой экономический эффект может составить 52490 рублей на один вагон (в условиях Экибастузского угольного месторождения).

3.1.10. Методика оценки устойчивости при разгрузке, оценки напряженного состояния вагона-самосвала при разгрузке, предложения по увеличению расчетных продольных усилий до 2,5 МН при I режиме и до 1,0 МН - при III режиме, а также нагрузки на ось до 345 кН использованы при составлении новой редакции "Норм для расчета на прочность и проектирования вагонов-самосвалов колеи 1520 мм".

Получена от Министерства угольной промышленности СССР заявка на разработку 8-осного вагона самосвала с рекомендованными параметрами. На основании заявки разработано техническое задание на проектирование восьмиосного вагона-самосвала грузоподъемностью 170 т с односторонней разгрузкой (мод. 35-672).

3.2. Научная новизна проведенных в рамках диссертационной работы исследований состоит в применении метода конечных элементов совместно с методом локальных вариаций для оптимального проектирования элементов верхней рамы вагона-самосвала, кузов которого представляется пространственной пластинчато-стержневой системой; разработке расчетных схем для

оценки напряженного состояния вагона-самосвала с односторонней разгрузкой при различных видах его нагружения в эксплуатации; разработке методики расчетной и экспериментальной оценки устойчивости вагонов-самосвалов от опрокидывания при разгрузке.

3.3. Практическая ценность исследований состоит в разработке расчетных схем, позволяющих производить оценку напряженно-деформированного состояния вагона-самосвала с односторонней разгрузкой при различных эксплуатационных нагрузках.

Разработана уточненная и существенно упрощенная (по сравнению с ранее применяемой) методика оценки устойчивости вагона-самосвала от опрокидывания при разгрузке для различных конструктивных схем кузова.

Выводы и рекомендации диссертационной работы использованы в новой редакции "Норм для расчета и проектирования новых вагонов-самосвалов (думпкаров) колеи 1520 мм" 1986 года.

Исследование напряженного состояния элементов вагона-самосвала при ударном нагружении на модели и опытных образцах позволили рекомендовать оптимальное расположение продольных и поперечных элементов верхней рамы и конструкцию настила пола. Отдельные узлы вагона-самосвала решены на уровне изобретений и использованы в конструкциях вагонов-самосвалов Калининградского вагоностроительного завода.

3.4. Обсуждение и публикации. Отдельные результаты диссертационной работы докладывались на Всесоюзных конференциях "Проблемы механики железнодорожного транспорта" (г. Днепропетровск, 1980, 1984 гг.); на юбилейной научно-технической конференции "Проблемы развития вагоностроения", 1983г.; на заседаниях научно-технического совета ВНИИ вагоностроения, 1980, 1984 гг.

Основные положения диссертации опубликованы в 13 научных статьях и двух изобретениях, пяти отчетах по научно-исследовательской работе.

3.5. По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Создание конструкций вагонов-самосвалов повышенной прочности для тяжелых условий работы. НИИИНФОРМГЕЛМАШ, № 5-77-11, М., 1977, с.21-25 (соавторы Курсов В.П., Логинов А.И., Барбас И.Г.)
2. О применении физического моделирования к исследованию ударного нагружения думпкаров. Труды ДИИТ, вып. 190/23.

Днепропетровский
институт инженеров
желез. дор. транспорта
им. М. И. Калинина
БИБЛИОТЕКА

- Днепропетровск: ДИИТ, 1977, с.93-95. (соавторы Барбас И.Г., Курсов Д.Г., Вавилов Е.Н., Логинов А.И., Островерхов Н.П.).
3. Вагон-самосвал. - А.с. № 622708 (соавторы Вавилов Е.Н., Логинов А.И., Слепченко Н.В., Лысенко В.И.).
 4. К вопросу методики расчета продольного борта думпкара. Труды ВНИИВ, вып.36. - М., 1978, с.76-84. (соавторы Барбас И.Г., Логинов А.И., Татарчук В.В.).
 5. Об изгибе гофрированной пластинки нагрузкой, распределенной по линейному закону. Труды ДИИТ, вып. 205/26. - Днепропетровск: ДИИТ, 1979, с.97-100 (соавторы Барбас И.Г., Дядищев В.А., Татарчук В.В.).
 6. К вопросу внедрения думпкаров с односторонней разгрузкой на железнодорожном карьерном транспорте. - Промышленный транспорт, 1979, № 1, с.8-10 (соавтор Логинов А.И.).
 7. Расчет думпкара на прочность при динамических и статических нагрузках с применением метода конечных элементов. Проблемы механики железнодорожного транспорта /Тезисы докладов Всесоюз. конференции Днепропетровск, 1980). - Киев: Наукова думка, 1980, с.51-52. (соавторы Дядищев В.А., Лысенко В.И., Логинов А.И., Радзиховская Е.Ф., Татарчук В.В.)
 8. О выборе конструкции верхней рамы думпкара с односторонней разгрузкой. Труды ДИИТ, вып. 220-28. - Днепропетровск: ДИИТ, 1981, с.77-80. (соавторы: Логинов А.И., Плоткин В.С., Татарчук В.В.)
 9. Нижняя рама вагонов-самосвалов с односторонней разгрузкой.- А.с. № 1036599 (соавторы Плоткин В.С., Музалев Г.Г., Рубан В.И., Логинов А.И., Миронов Н.И., Дядищев В.А., Попов Н.А., Рекунов В.Н.)
 10. Исследование напряжений в верхней раме думпкара при ударе падающим грузом. Труды ВНИИВ, вып. 49. - М.: 1983, с.45-51 (соавторы Барбас И.Г., Островерхов Н.П.)
 11. Экспериментальные исследования прочности восьмиосного вагона-самосвала грузоподъемностью 145 т. Труды ДИИТ. - Днепропетровск: ДИИТ, 1984, с.67-72. (соавторы Барбас И.Г., Музалев Г.Г.)
 12. Экспериментальные исследования прочности вагона-самосвала при ударном нагружении. Проблемы механики железнодорожного транспорта. /Тезисы докладов Всесоюз. конференции (Днепропетровск, 1984). - Днепропетровск: ДИИТ, 1984, с.39 (соавторы Островерхов Н.П., Логинов А.И., Музалев Г.Г.)
 13. Опыт исследований и пути совершенствования вагонов-самосвалов. Труды ВНИИВ, вып. 53, - М., 1985, с.32-42. (соавторы Логинов А.И., Музалев Г.Г.)
 14. Выбор рациональных параметров верхней рамы вагона-самосвала с помощью метода локальных вариаций. Труды ДИИТ. - Днепропетровск: ДИИТ, 1985, с.112-115. (соавторы Барбас И.Г., Татарчук В.В.)

15. К методике оценки устойчивости вагонов-самосвалов от опрокидывания при разгрузке. Труды ВНИИВ, вып. 54, 1985, с.96-109 (соавтор Мойсеев Е.В.).



ПАНАСЕНКО Виктор Иванович
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИК РАСЧЕТА И
ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУКЦИИ
ВАГОНОВ-САМОСВАЛОВ

05.22.07 – Подвижной состав железных дорог и тяга поездов.

Подписано к печати 5.04.89г. БТ 20034.

Формат 60x80 1/16. Бумага для множительных аппаратов. Ротапринт.

Усл. печ. л. 1,1 Уч-изд. л. 1,0 Тираж 100 экз. Заказ № 479.

Бесплатно

Участок оперативной полиграфии ДИИТ, а

320700, ГСП, Днепропетровск, Ю, ул.Акад. В.А.Лазаряна, 2