

УДК 629.463.3.027.2

МЯМЛИН С.В., д.т.н., професор (ДНУЗТ ім. академіка В. Лазаряна)

БУБНОВ В.М., д.т.н., директор-генеральний конструктор (ТОВ «ГСКБВ»)

ПИСЬМЕННИЙ Е.А., заступник директора НДІ РСКТС (ДНУЗТ ім. академіка В.Лазаряна)

СКОГАРЕВ И.Е., головний інженер НДІ РСКТС (ДНУЗТ ім. академіка В.Лазаряна)

Исследование динамических характеристик цистерн на перспективных тележках

В связи с постоянным ростом в мире потребления топлива, добываемого из нефти, сжиженного газа, жидких продуктов химической промышленности растет и совершенствуется подвижной состав, необходимый для быстрой и качественной транспортировки жидких наливных продуктов.

Усовершенствуются конструкции современных цистерн с целью повышения осевых эксплуатационных нагрузок, прочностных качеств вагона, улучшения их динамических качеств как в груженом так и в порожнем состояниях, т.к. чаще всего такие перевозки являются односторонними и важной задачей остается повышение скоростей при движении порожних цистерн.

Вышеизложенные требования к улучшению качеств подвижного состава были положены в основу разработки новой грузовой тележки модели 18-1711 с повышенной осевой нагрузкой.

Тележка 18-1711 представляет собой трехэлементную конструкцию, состоящую из двух боковых рам и надрессорной балки. В тележке реализовано центральное билинейное подвешивание и фрикционные клиновые гасители колебаний пространственного действия.

Одной из особенностей тележки 18-1711 является наличие упругой связи между боковыми рамами и колесными парами осуществляемой через шевронные амортизаторы, работающие во всех трех плоскостях. Поэтому тележку 18-1711 можно считать как имеющую две ступени подвешивания.

Для исследования динамических и прочностных качеств цистерны была построена математическая модель тележек модели 18-1711 и определены динамические характеристики цистерны в порожнем и груженом состоянии, при установке ее на эти тележки.

Определение динамических качеств цистерны с тележками 18-1711 выполнялось при ее движении по прямолинейным и криволинейным участкам пути, при этом оценка динамических характеристик велась по следующим нормативным динамическим показателям: коэффициент вертикальной динамики ($k_{\partial\partial}$), коэффициент горизонтальной динамики ($k_{\partial z}$), коэффициент устойчивости от схода колес с рельсов (k_y).

Для расчетов была выбрана цистерна со следующими инерционными характеристиками (таблица 1):

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ

Таблица 1

Инерционные параметры объектов цистерны
(в числителе – груженой, в знаменателе – порожней)

| Объект | Масса [т] | Моменты инерции [т*м ²] | | | Координаты центра масс [м] | | |
|-----------------------|--------------|--|---------|-------|-------------------------------|-------|--------|
| | | Jz | Jy | Jx | X | Y | Z |
| Основание | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Тележка 1 | | | | | | | |
| Левый рельс 1 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,79 | 0 |
| Правый рельс 1 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,79 | 0 |
| Колесная пара 1 | 1,37 | 1 | 0,1 | 1 | 0 | 0 | 0,475 |
| Левый рельс 2 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 1,85 | -0,79 | 0 |
| Правый рельс 2 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 1,85 | 0,79 | 0 |
| Колесная пара 2 | 1,37 | 1 | 0,1 | 1 | 1,85 | 0 | 0,475 |
| Левая боковая рама 1 | 0,68 | 0,22 | 0,22 | 0 | 0,925 | -1,02 | 0,5 |
| Правая боковая рама 1 | 0,68 | 0,22 | 0,22 | 0 | 0,925 | 1,02 | 0,5 |
| Надрессорная балка 1 | 0,45 | 0,3 | 0,05 | 0,3 | 0,925 | 0 | 0,6 |
| Тележка 2 | | | | | | | |
| Левый рельс 3 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 7,8 | -0,79 | 0 |
| Правый рельс 3 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 7,8 | 0,79 | 0 |
| Колесная пара 3 | 1,37 | 1 | 0,1 | 1 | 7,8 | 0 | 0,475 |
| Левый рельс 4 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 9,65 | -0,79 | 0 |
| Правый рельс 4 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 9,65 | 0,79 | 0 |
| Колесная пара 4 | 1,37 | 1 | 0,1 | 1 | 9,65 | 0 | 0,475 |
| Левая боковая рама 2 | 0,68 | 0,22 | 0,22 | 0 | 8,725 | -1,02 | 0,5 |
| Правая боковая рама 2 | 0,68 | 0,22 | 0,22 | 0 | 8,725 | 1,02 | 0,5 |
| Надрессорная балка 2 | 0,45 | 0,3 | 0,05 | 0,3 | 8,725 | 0 | 0,6 |
| Кузов | | | | | | | |
| Кузов | 76/15 | 752/200 | 752/200 | 75/35 | 4,825 | 0 | 2,66/2 |

Предельно допустимые величины определяемых динамических показателей для цистерны с тележкой имеющей надбуксовое подвешивание приведены в таблице 2.

Таблица 2

Предельно допустимые величины основных динамических показателей для цистерны с тележками модели 18-1711

| Показатель | Величина показателей цистерны | |
|---|-------------------------------|----------|
| | порожней | груженой |
| Коэффициент вертикальной динамики (Кдв) | 0,95 | 0,8 |
| Рамная сила (Кдг) | 0,4 | 0,38 |
| Коэффициент запаса устойчивости (Ку) | 1,4 | 1,4 |

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ

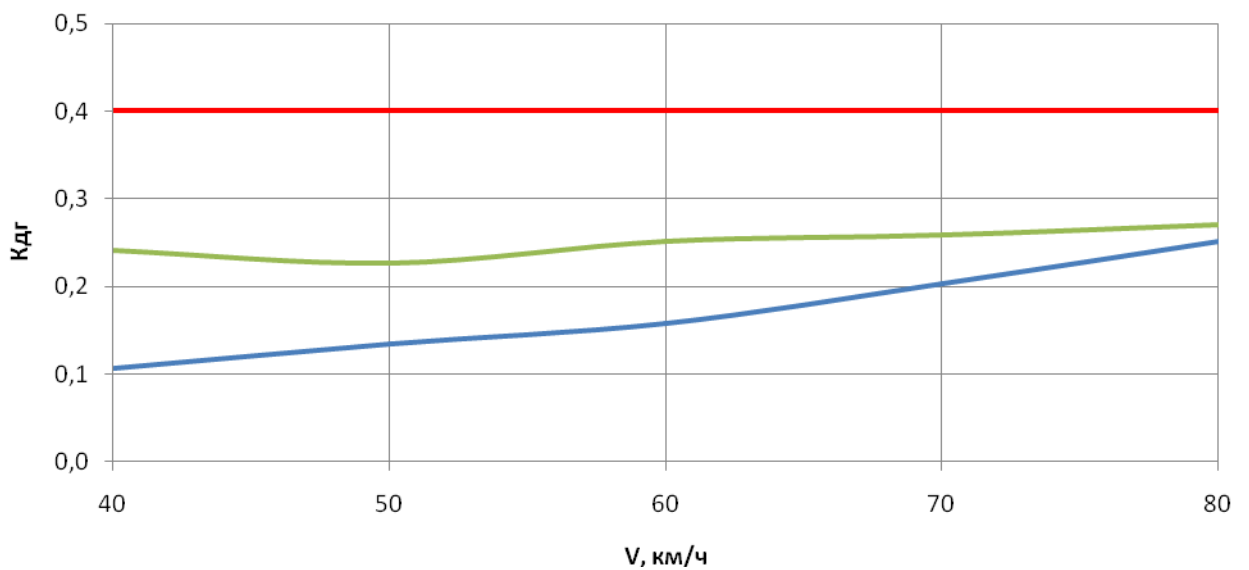
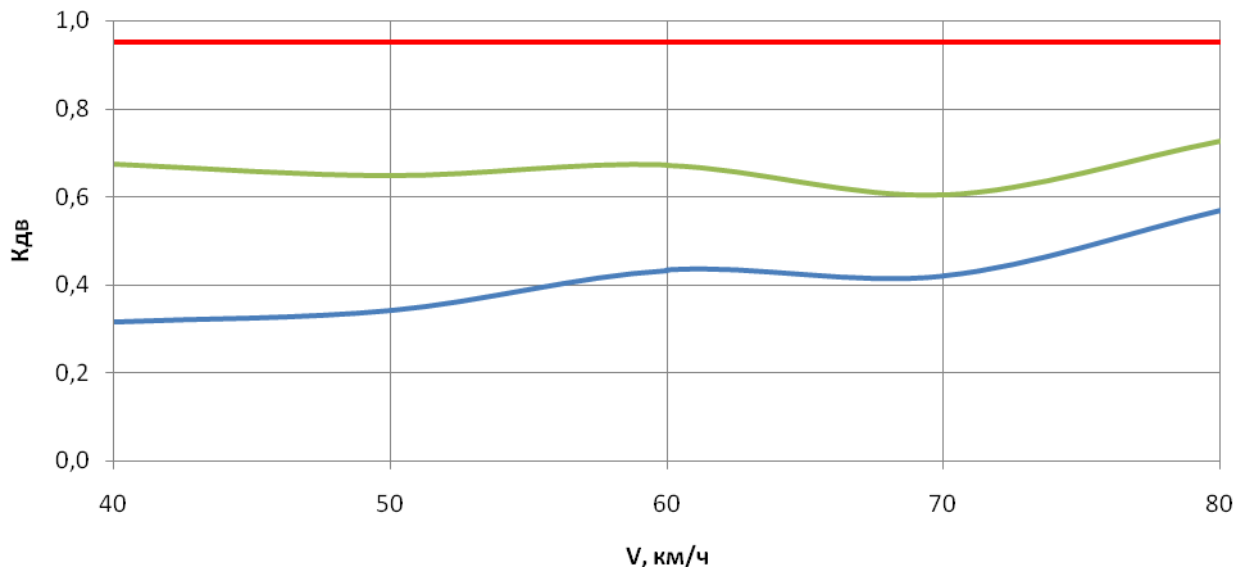
Для возможности сравнения полученных результатов расчеты проводились для цистерн на тележках типовой модели 18-100 и новой тележке 18-1711.

В качестве возмущений были заданы геометрические неровности пути в вертикальной и горизонтальной поперечной плоскостях, такие чтобы динамические показатели широко используемые в эксплуатации цистерны на тележках модели 18-100 укладывались в допустимый диапазон при скоростях движения до 80 км/ч для порожнего и при скоростях до 90 км/ч для груженого.

Далее выполнено моделирование движения порожней и груженой цистерны

по прямому участку пути и по кривым среднего (600 м) и малого (300 м) радиусов с вышеупомянутыми неровностями рельсовых нитей. Результаты этих расчетов в дальнейшем будут использованы, как эталонные значения для сравнения их с результатами для цистерны на тележках модели 18-1711.

На всех рисунках результаты для цистерн на тележках 18-100 показаны зеленым цветом, а для цистерн на тележках 18-1711 синим, красным отображены предельно допустимые величины основных динамических показателей.



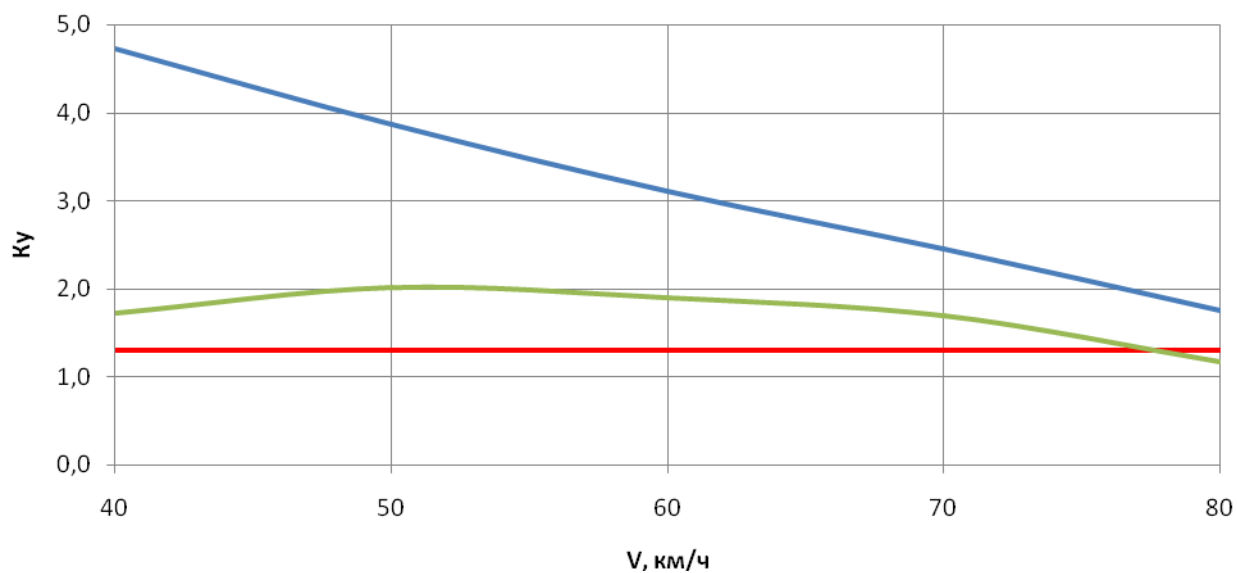
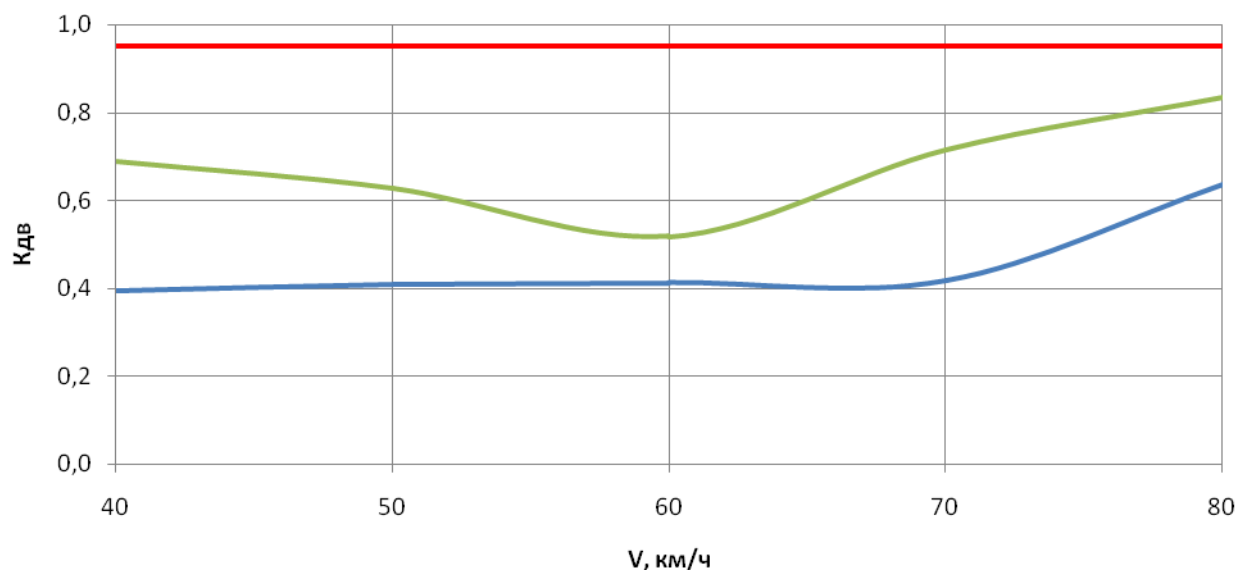


Рис.1. Динамические показатели порожней цистерны (Прямая)



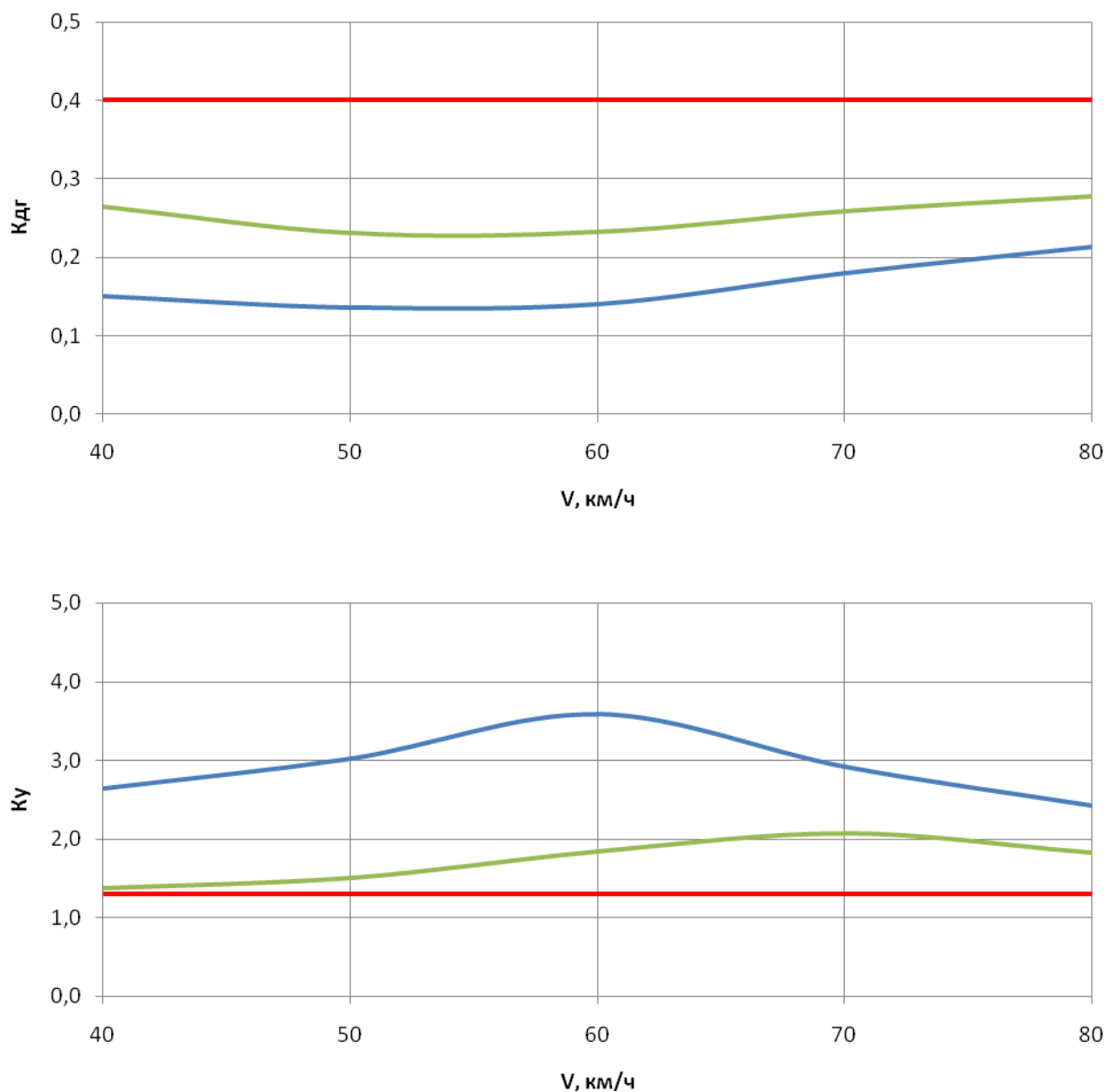
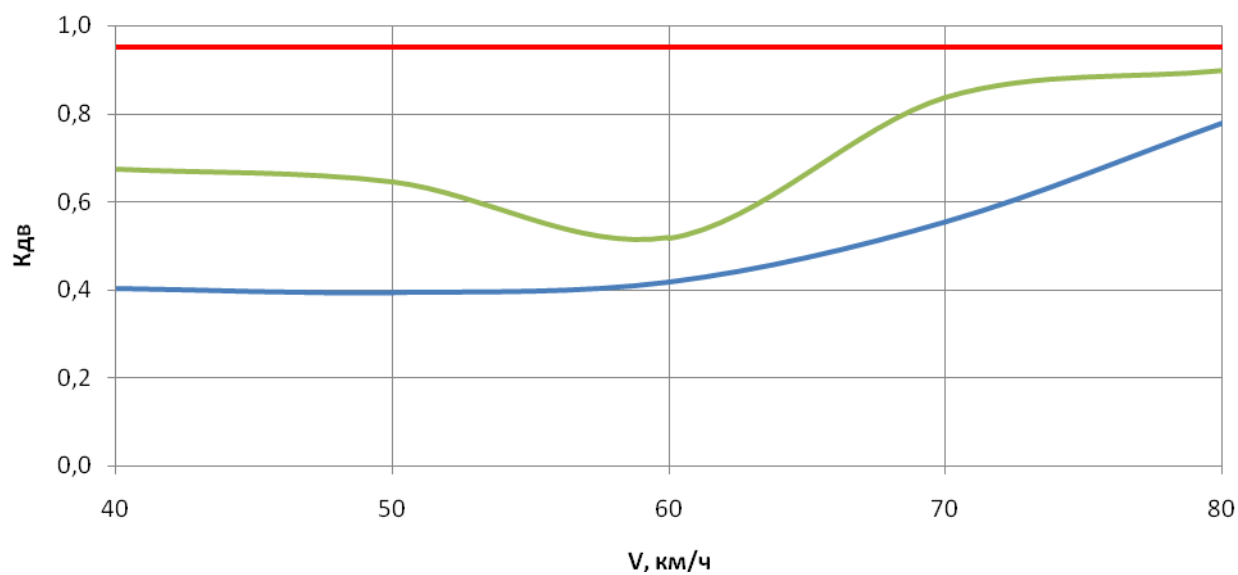
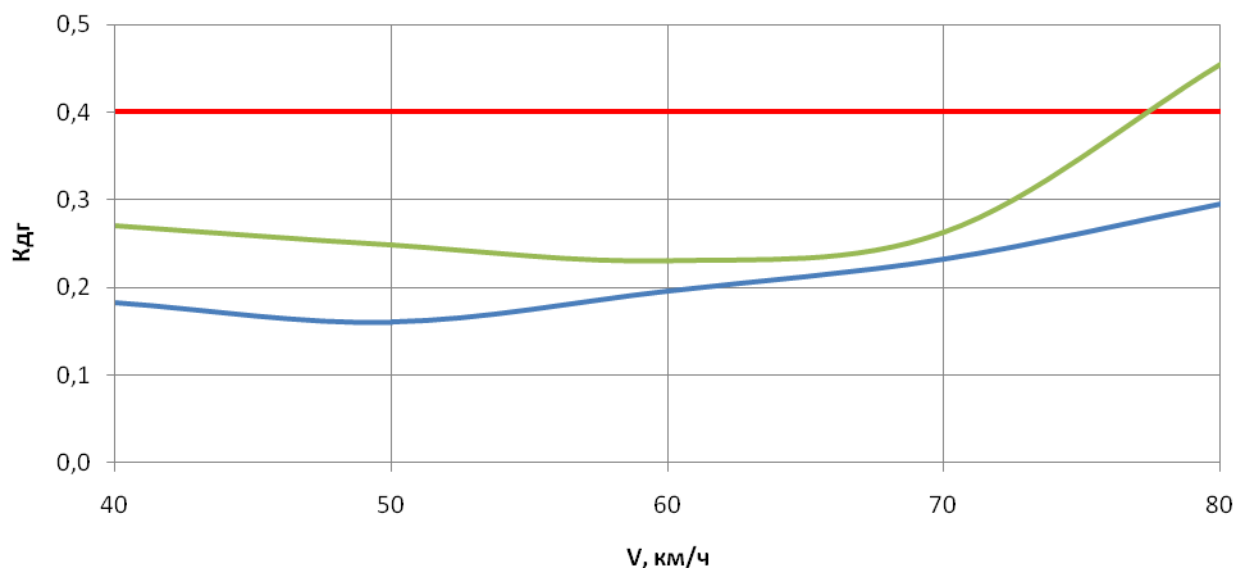


Рис. 2. Динамические показатели порожней цистерны (Кривая 600м)

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ



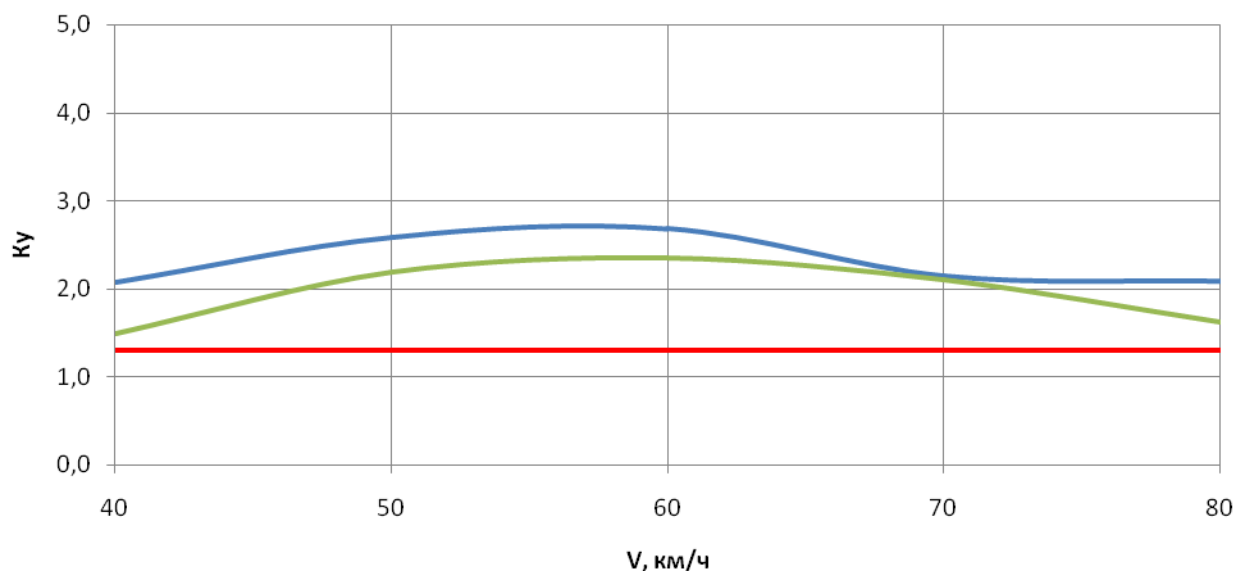
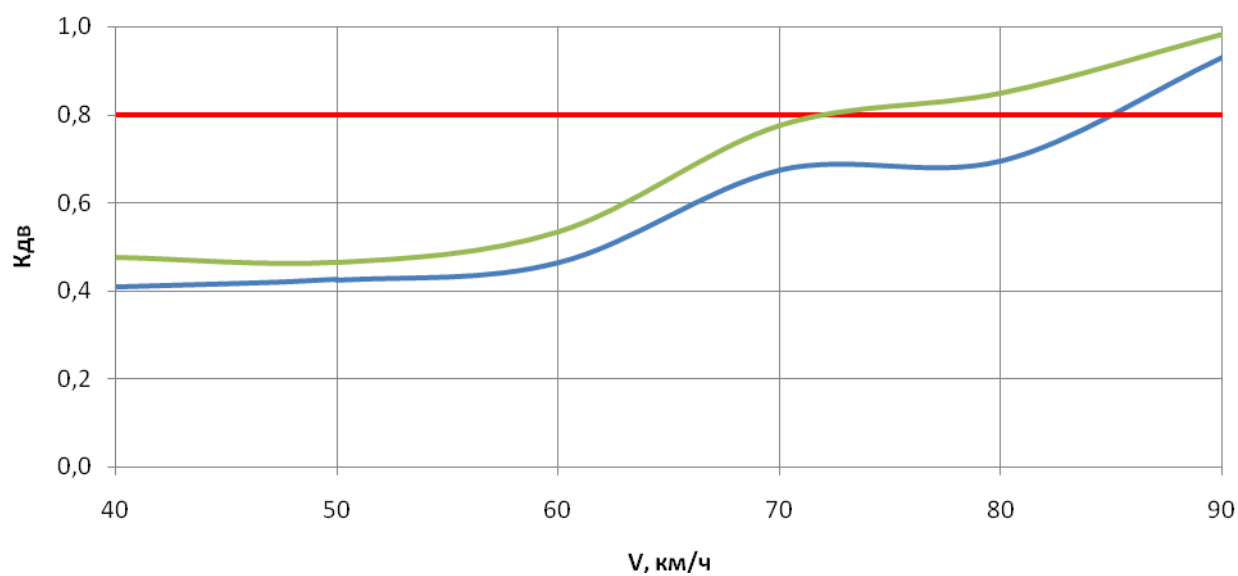


Рис. 3. Динамические показатели порожней цистерны (Кривая 300м)



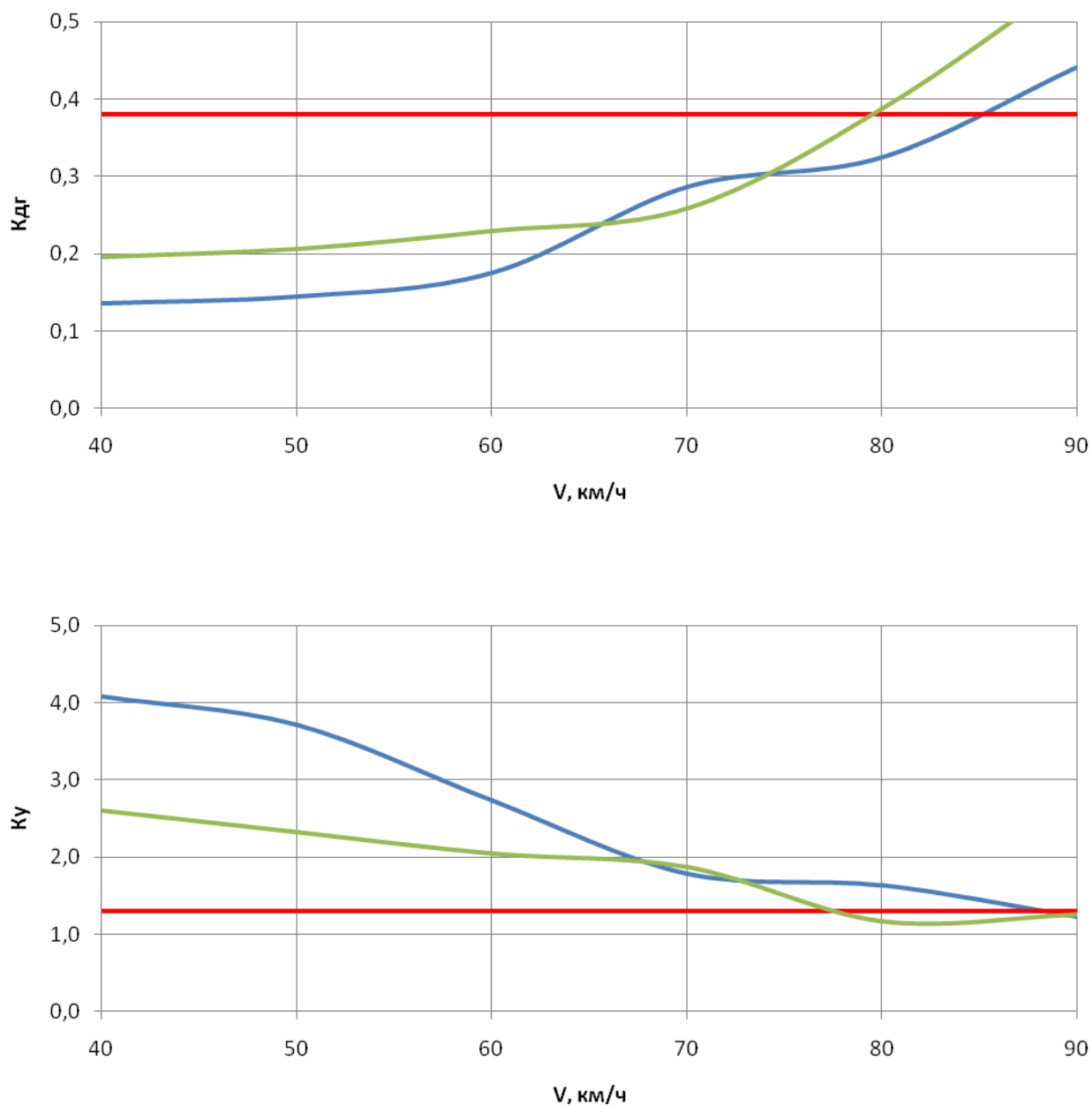
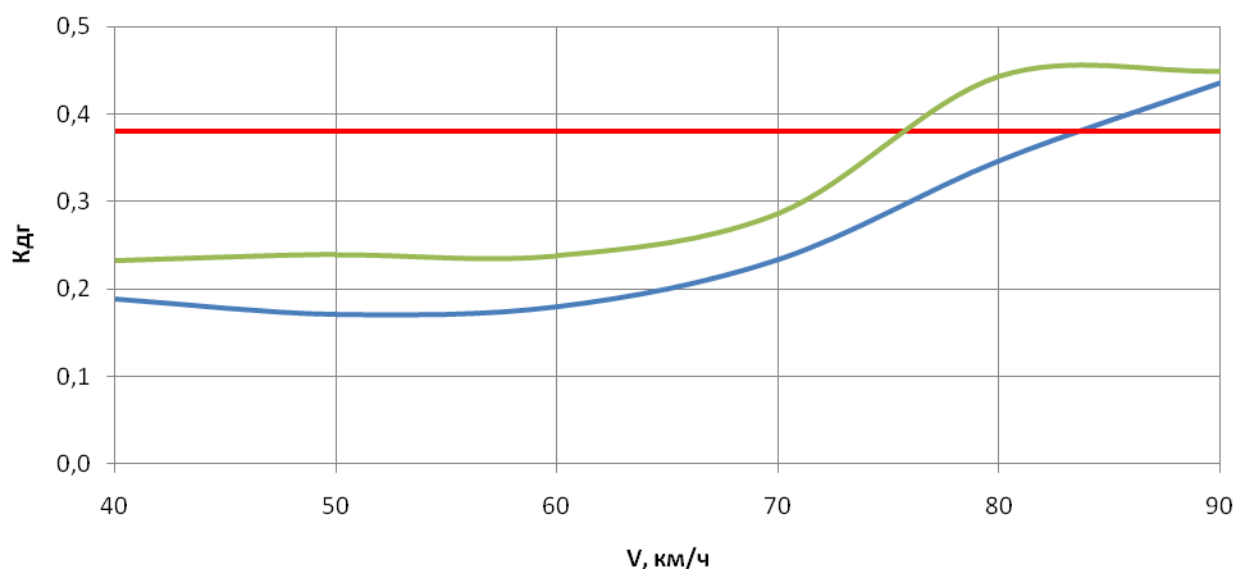
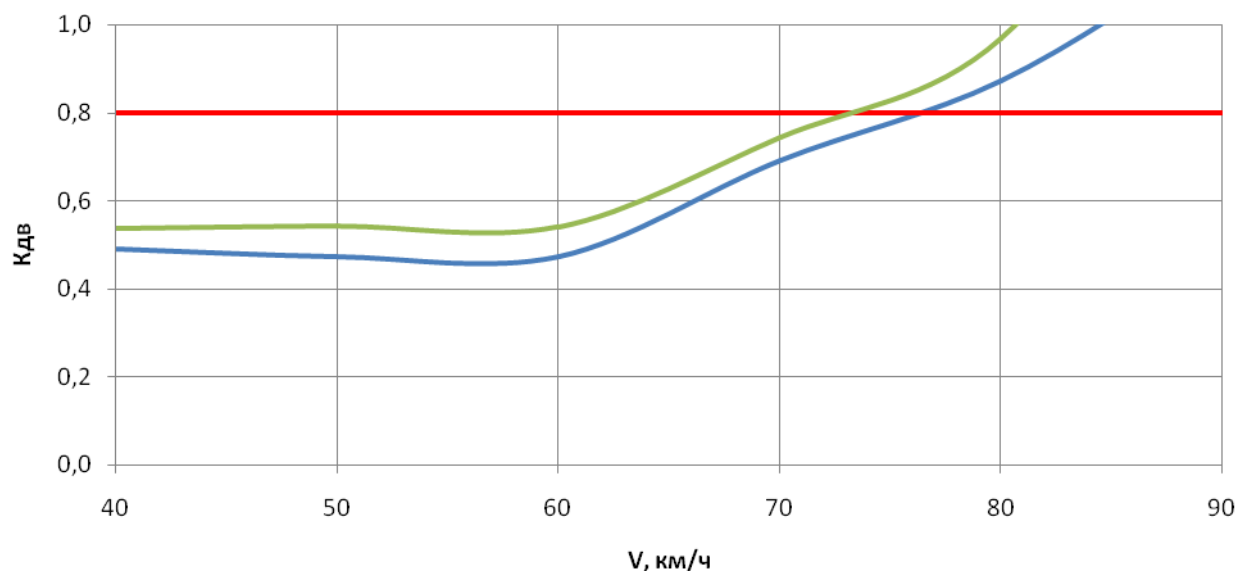


Рис. 4. Динамические показатели грузовой цистерны (Прямая)

РУХОМИЙ СКЛАД ЗАЛІЗНИЦЬ



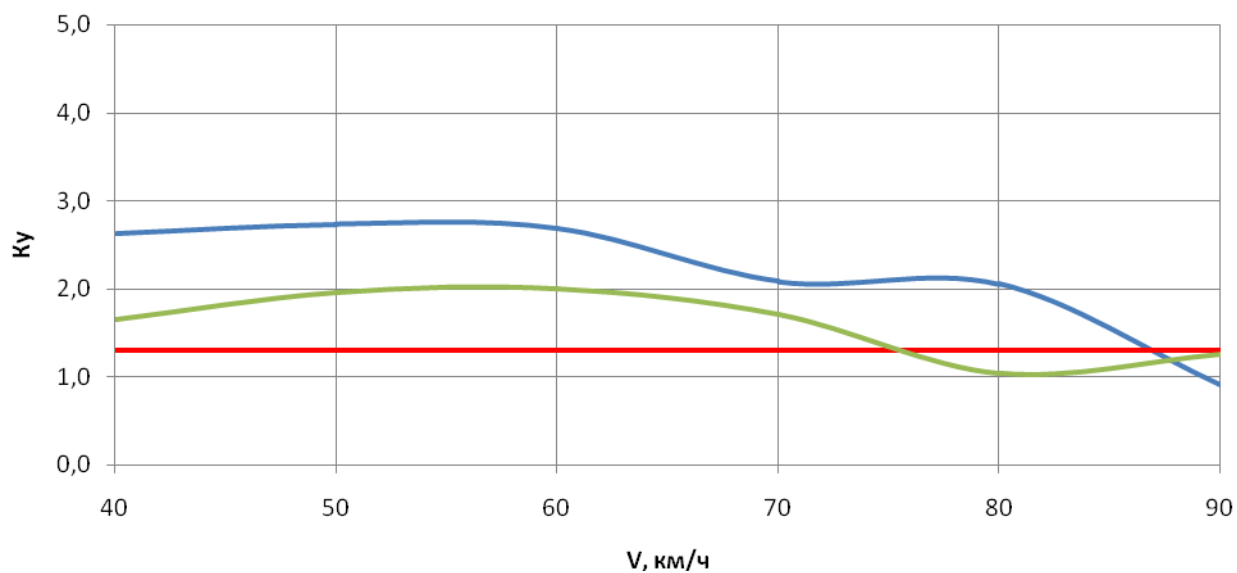
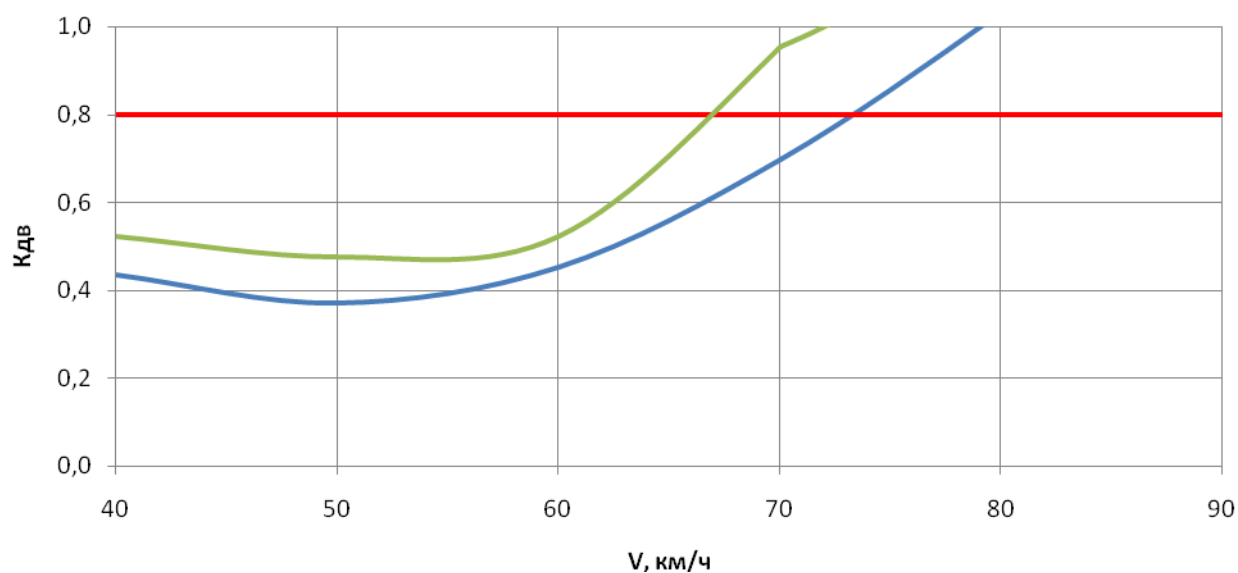


Рис. 5. Динамические показатели груженой цистерны (Кривая 600м)



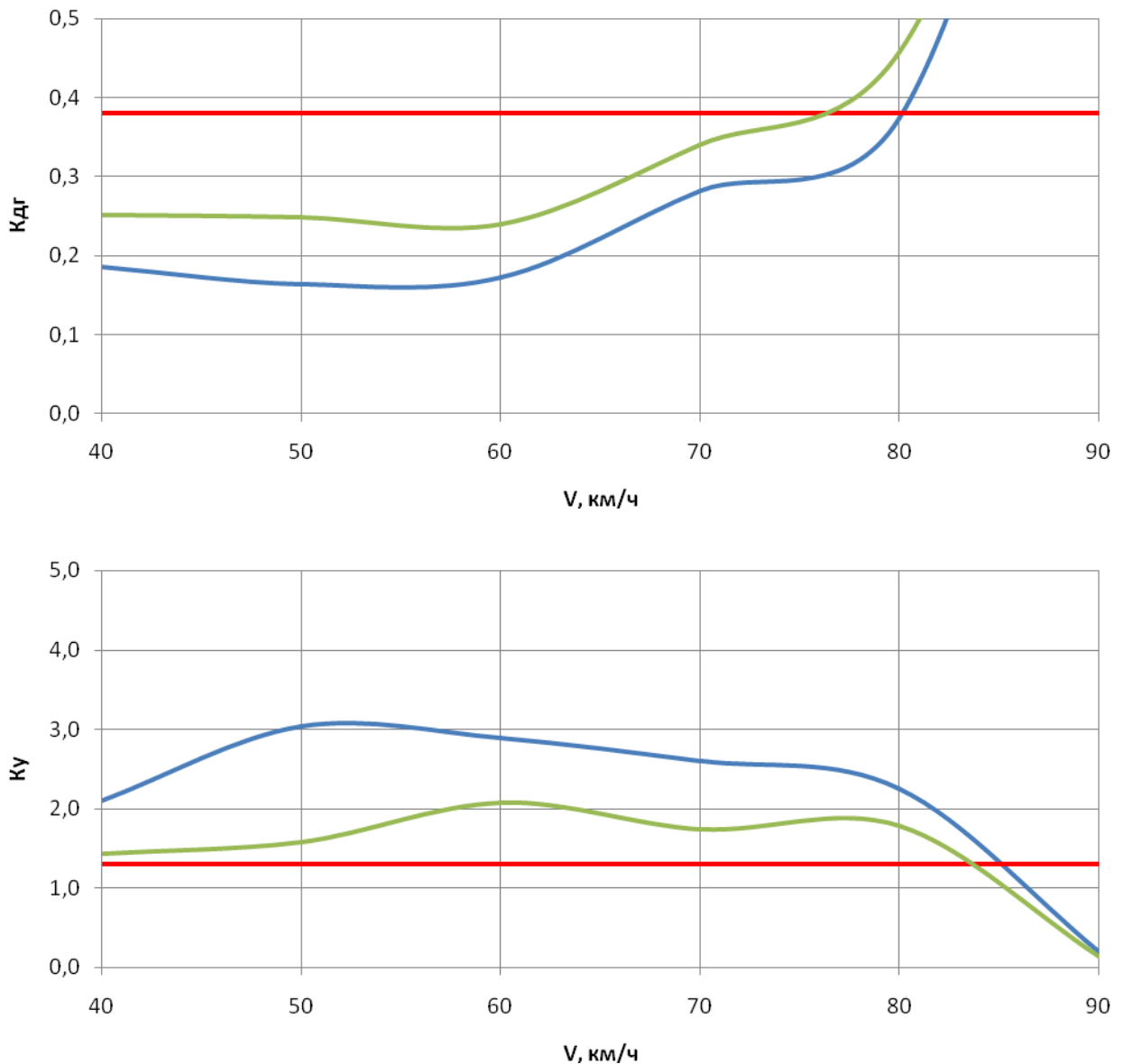


Рис. 6. Динамические показатели грузовой цистерны (Кривая 300м)

Анализ результатов, полученных в ходе исследований, позволяет сделать следующие выводы:

1. Использование в центральной ступени подвешивания тележки рессорного комплекта с билинейной характеристикой позволило существенно улучшить динамические показатели рассмотренных цистерн.

2. Как видно из графиков, улучшились динамические показатели порожних цистерн в сравнении с грузеными. Это объясняется тем, что статический прогиб рессорного комплекта порожней цистерны приходится на участок

характеристики с меньшей жесткостью. Особенно это заметно на графиках динамических показателей порожней цистерны в кривой 600м. Динамические показатели грузеных цистерн на тележках модели 18-1711 хоть и в меньшей степени, но тоже улучшились.

3. Некоторое улучшение динамических показателей проявилось при моделировании движения цистерн по прямолинейному участку пути, чем при движении по кривым среднего и малого радиусов. Это объясняется тем, что динамические показатели цистерн при движении по кривым в значительной мере

определяются действующими на них центробежными силами.

4. Таким образом, применение тележек с билинейной характеристикой центрального подвешивания позволит улучшить динамические показатели цистерн, эксплуатируемых в настоящее время на тележках модели 18-100. И за счет улучшения динамических показателей возможно увеличение допустимых скоростей движения цистерн как в порожнем так и в груженом состоянии.

Список литературы:

1. Garg, V. K. Dynamics of Railway Vehicle Systems / V. K. Garg, R. V. Dukkipati. – New York : Academic Press, 1984. – 407 p

2. Мямлин С.В. моделирование динамики рельсовых экипажей / Мямлин С.В. – Д. : Новая идеология, 2002. – 240 с

3. Параметры тележки грузового вагона и безопасность движения / И. И. Галиев, В. А. Нехаев, В. А. Николаев, Давыдов Г. И. // Ж.-д. трансп. - 2003. - №3. - С. 36-40

4. А.с. 7305, Компьютерная программа «Dynamics of Rail Vihscles» («DYN-RAIL»)/ Мямлин С. В.; зарег. 20.03.2003.

5. Параметры тележки грузового вагона и безопасность движения / И. И. Галиев, В. А. Нехаев, В. А. Николаев, Давыдов Г. И. // Ж.-д. трансп. - 2003. - №3. - С. 36-40

6. Мямлин, С.В. Моделирование пространственных колебаний поезда. / Мямлин С.В., Письменный Е.А., Жижко В.В., Юрцевич И.В.// Вестник ВНИИЖТ. – М., 2008, с. 45-47

7. Конструирование и расчет вагонов : учебник / В. В. Лукин [и др.] ; под ред. П. С. Анисимова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : ФГОУ УМЦ ЖДТ, 2011. - 688 с. : ил., табл. - (Высшее профессиональное образование. Вагоны). - Алф. указ.: с. 675-

679. - Библиогр.: с. 680-683. - ISBN 978-5-9994-0060-4

8. V. M. Bubnov, S. V. Myamlin, N. B. Mankevych, Dynamic performance of freight cars on bogies model 18-1711 / Весник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна. – Д., 2013, Вып. №4

Аннотации:

В статье содержатся результаты математического моделирования пространственных колебаний цистерны на грузовых тележках модели 18-100 и новых тележках модели 18-1711 производства ОАО «Азовмаш». Оценка преимуществ новой грузовой тележки модели 18-1711 выполнена путем сравнения основных динамических показателей. Для корректного сравнения динамических качеств цистерны заданы одинаковые возмущения (неровности) как для груженого, так и для порожнего режимов. Полученные результаты позволяют оценить динамические характеристики цистерны на прямых и криволинейных участках пути.

Ключевые слова: цистерна, динамические показатели, тележка модели 18-1711, моделирование движения.

У статті містяться результати математичного моделювання просторових коливань цистерни на вантажних візках моделі 18-100 і нових візках моделі 18-1711 виробництва ВАТ «Азовмаш». Оцінка переваг нового вантажного візка моделі 18-1711 виконана шляхом порівняння основних динамічних показників. Для коректного порівняння динамічних якостей цистерни задані однакові збурення (нерівності) як для навантаженого, так і для порожнього режимів. Отримані результати дозволяють оцінити динамічні характеристики цистерни на прямих і криволінійних ділянках шляху.

The article contains the results of mathematical modeling of spatial oscillations of the tank on car bogies 18-100 and car bogies 18-1711 production of "Azovmash". Assessing the benefits of the new car bogies 18-1711 is made by comparing the main dynamic parameters. For a correct comparison of the dynamic properties of the tank set to the same disturbance (bumps) for laden and empty regimes. The results obtained allow us to estimate the dynamic characteristics of the tank on straight and curved track sections