

Техника и технология транспорта: научный Интернет-журнал <http://www.transport-kgasu.ru>
2019. № S13 http://transport-kgasu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=2
URL статьи: <http://transport-kgasu.ru/files/N13-17TKR19.pdf>
Статья опубликована 09.09.2019

Ссылка для цитирования этой статьи:

Мехонин О.Н., Щеткин Р.В., Пугин К.Г. Оценка влияния смещения ребер опрокидывания при крене поддресоренных элементов конструкции базовых шасси автомобильных кранов-манипуляторов на значение коэффициента грузовой устойчивости // Техника и технология транспорта. 2019. № S13. С. 17.
URL: <http://transport-kgasu.ru/files/N13-17TKR19.pdf>

УДК 629.1.04

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СМЕЩЕНИЯ РЕБЕР ОПРОКИДЫВАНИЯ ПРИ КРЕНЕ
ПОДРЕССОРЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ БАЗОВЫХ ШАССИ
АВТОМОБИЛЬНЫХ КРАНОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ НА ЗНАЧЕНИЕ
КОЭФФИЦИЕНТА ГРУЗОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ**

Мехонин О.Н.¹, Щеткин Р.В.¹, Пугин К.Г.^{1,2}

¹ *Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия*

² *Пермский государственный аграрно-технологический университет
имени академика Д.Н. Прянишникова, г. Пермь, Россия*

Аннотация

В данной статье рассмотрены ключевые особенности определения коэффициента грузовой устойчивости автомобильных кранов-манипуляторов на базовых шасси с учетом крена поддресоренных элементов конструкции. Выделены возможные факторы, влияющие на погрешность проведения расчета грузовой устойчивости, а также предложены пути решения указанной проблемы.

Ключевые слова: автомобильный кран-манипулятор, краноманипуляторная установка, коэффициент грузовой устойчивости.

Введение

Основным требованием, предъявляемым к грузоподъемным машинам, является их безопасность. Именно поэтому при проектировании и изготовлении грузоподъемных машин данному вопросу уделяется особое внимание. Автомобильный кран – манипулятор представляет собой грузоподъемную машину, состоящую из базового автомобильного шасси или транспортного средства (автомобиля) и краноманипуляторной установки (КМУ). Специфика автомобильных кранов – манипуляторов заключается в том, что в подавляющем большинстве случаев их проектирование и производство осуществляется под индивидуальные требования конкретного заказчика, а количество комбинаций различных моделей КМУ, базовых транспортных средств или шасси достигает нескольких сотен тысяч. Возможность изготовления автомобильного крана – манипулятора с той или иной КМУ, на том, или ином автомобильном шасси или автомобиле, определяется расчетами, исходя из допустимых нагрузок на оси транспортного средства и условия грузовой устойчивости. [3]. И в каждом конкретном случае требуется теоретическая проработка изделия, порой занимающая значительное время от общего процесса изготовления. Именно поэтому особенно важно использовать методику расчета, позволяющую максимально точно отразить технические особенности проектируемой единицы техники. Ведь в современных условиях производства большое внимание уделяется расходу используемых материалов, а также количеству общих трудовых и энергетических затрат.

Определение коэффициента грузовой устойчивости автомобильных кранов-манипуляторов

Здесь и далее под термином грузовая устойчивость понимается способность автомобильного крана-манипулятора противодействовать опрокидывающим моментам, возникающим при подъеме груза. Одним из главных показателей как по безопасности, так и по использованию технического потенциала грузоподъемной техники является коэффициент грузовой устойчивости, определяющийся по уравнению 1 [2]:

$$K_y = \frac{M_{уд}}{M_{оп}} \geq 1,15, \quad (1)$$

где $M_{уд}$ – момент удерживающих сил, $M_{оп}$ – момент опрокидывающих сил.

Однако следует отметить, что действующая в настоящее время методика расчета грузовой устойчивости не учитывает конструктивные особенности применяемой подвески базовых шасси автомобильных кранов - манипуляторов. У автомобильных кранов-манипуляторов, в отличие от грузоподъемных кранов, есть отличительная особенность – они не полностью поднимаются на выдвигаемых гидравлических опорах, а выдвигаемые опоры поднимаются лишь до момента разгрузки подвески шасси, при этом колеса остаются в контакте с опорной поверхностью грунта. Поэтому, зачастую, при подъеме груза наблюдается крен автомобильного крана-манипулятора в сторону подъема груза в результате сжатия упругих элементов подвески базового шасси (рис. 1).



Рис.1. Крен автомобильного крана-манипулятора с отрывом передней левой выдвигающей гидравлической опоры при проведении испытаний на грузовую устойчивость

В действующей методике расчета при построении опорного контура грузоподъемного крана принимается прохождение ребер опрокидывания через упругие элементы подвески (рессоры), при этом не учитывается возможное смещение ребер опрокидывания в результате сжатия упругих элементов подвески и крена подрессоренных элементов конструкции базового шасси.

Задачи исследования и схема эксперимента

Авторами настоящего исследования поставлена задача проанализировать возможное влияние смещения ребер опрокидывания автомобильного крана-манипулятора, возникающего

из-за сжатия упругих элементов подвески базового шасси при подъеме груза. Для этого на примере двухосного базового шасси с зависимой рессорной подвеской рассмотрим возможное влияние смещения ребра опрокидывания на итоговое значение коэффициента грузовой устойчивости, поскольку именно зависимая подвеска является наиболее распространенной для выпускаемых в настоящее время автомобильных кранов-манипуляторов. Для теоретического расчета коэффициента грузовой устойчивости построим схему опорного контура грузоподъемной машины (рис. 2).

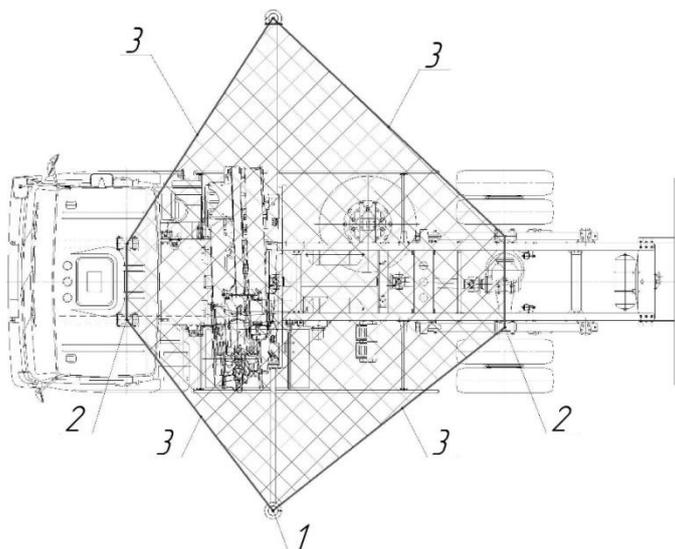


Рис. 2. Опорный контур автомобильного крана-манипулятора, где:
1 – опорные площадки выдвигаемых опор, 2 – точки опирания рессор, 3 – ребра опрокидывания, 4 – опорный контур машины

Для проведения теоретического эксперимента сделаем предположение, что при подъеме груза в положении стрелы перпендикулярно относительно ребра опрокидывания, происходит фактическое смещение этого ребра к оси КМУ (рис. 3).

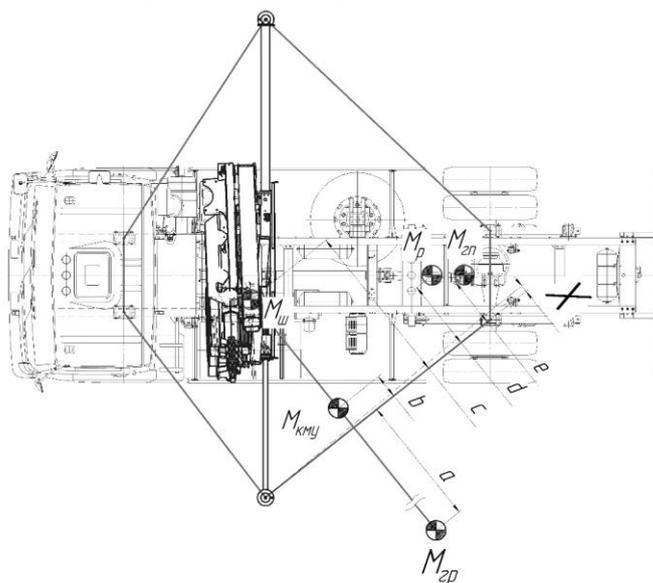


Рис. 3. Предлагаемая схема эксперимента, где: X – смещение точки прохождения ребра опрокидывания в точке крепления рессорной подвески, [мм]; $M_{гр}$ – координата центра тяжести груза; $M_{КМУ}$ – координата центра тяжести КМУ; $M_{др}$ – координата центра тяжести надрамника; $M_{пн}$ – координата центра тяжести грузовой платформы; a, b, c, d, e – расстояние от центра тяжести перечисленных элементов до ребра опрокидывания [мм]

Как следствие уменьшается плечо опорного контура крана, а значит уменьшается и итоговое значение коэффициента грузовой устойчивости. Величина смещения X [мм] является величиной, зависящей от множества факторов: жесткости подвески базового шасси, размерности и типа применяемых шин, изгиба подрамника рабочего оборудования и рамы шасси. Для определения коэффициента грузовой устойчивости для каждого из расчетных положений были определены опрокидывающий и удерживающий моменты по следующим формулам:

$$M_{оп} = M_{гр} \cdot a \text{ [Т·м]}, \quad (2)$$

$$M_{уд} = M_{КМУ} \cdot b + M_{ш} \cdot c + M_p \cdot d + M_{гр} \cdot e \text{ [Т·м]}. \quad (3)$$

Для автомобильного крана-манипулятора на базе шасси Камаз 43253 с КМУ VM10L74 получены следующие результаты расчета (табл. 1).

Таблица 1

Смещение ребра опрокидывания (X) от 0 до 300 мм

Смещение X , [мм]	Опрокидывающий момент, [Т·м]	Удерживающий момент, [Т·м]	Коэффициент устойчивости	Δ [%]
0	8,68	13,74	1,58	0
50	8,7	13,55	1,56	1,7
100	8,72	13,35	1,53	3,3
150	8,74	13,16	1,5	4,9
200	8,75	12,97	1,48	6,5
250	8,77	12,78	1,45	8
300	8,78	12,59	1,43	9,5

Согласно полученным результатам, смещение X в пределах 0-50 мм может внести погрешность на итоговое значение коэффициента грузовой устойчивости до 1,7%, а в пределах 100-150 мм от 3,3 до 4,9%. Шаг максимального смещения X был принят равным 300 мм, поскольку в данном случае более большое смещение маловероятно и может привести к изменению значения коэффициента грузовой устойчивости более чем на 10%. При таких отклонениях автомобильный кран-манипулятор по проведению натурных динамических и статических испытаний оказался бы не устойчив и потребовал дополнительной проработки, чего не было выявлено. Линейный график зависимости изменения значения коэффициента грузовой устойчивости в зависимости от величины смещения X представлен на рис. 4.

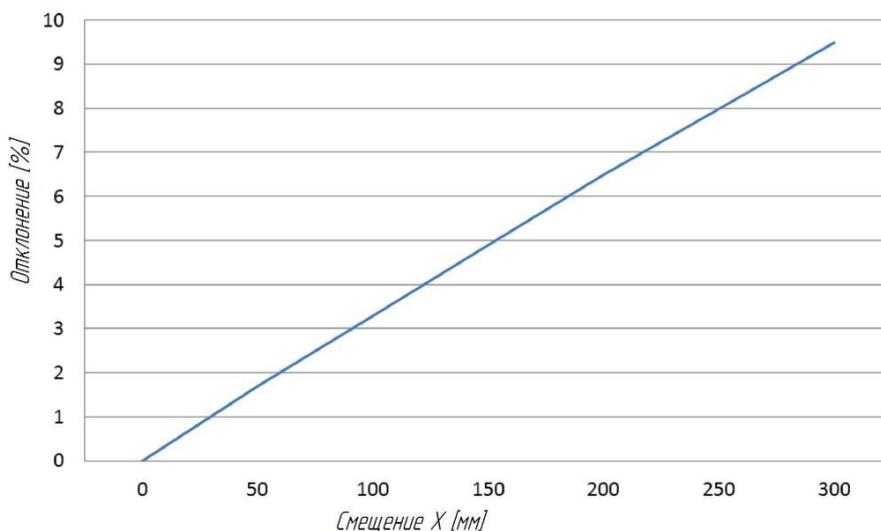


Рис. 4. График зависимости погрешности значения K_y от величины смещения X

Также наблюдается линейная зависимость уменьшения значения коэффициента устойчивости K_y от увеличения перемещения X (рис. 5).

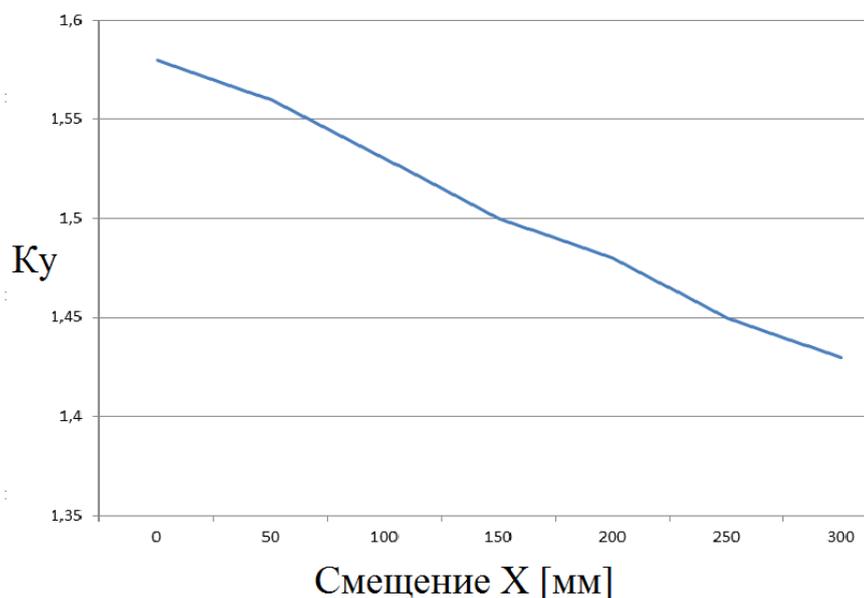


Рис. 5. График зависимости значения K_y от величины смещения X

Заключение

Проанализировав результаты данного эксперимента можно сделать вывод о том, что смещение прохождения точки опорного контура может существенно влиять на итоговое значение коэффициента грузовой устойчивости для автомобильных кранов-манипуляторов. Это указывает на необходимость дополнительного изучения влияния жесткости подвески и крана подрессоренных элементов конструкции базовых шасси на возможное смещение ребер опрокидывания. Учитывая условия современного производства, необходима разработка и дальнейшее включение в действующую методику расчета устойчивости дополнительных корректирующих коэффициентов, позволяющих наиболее точно моделировать поведение крана при подъема груза. Таким образом, изучение данного направления развития методики расчета направлено на повышение точности определения грузовой устойчивости автомобильных кранов-манипуляторов.

Список библиографических ссылок

1. Щеткин Р.В. Особенности построения опорных контуров автомобильных кранов-манипуляторов с рессорной подвеской при расчетах на устойчивость / Щеткин Р.В., Щербаков И. Ю. Бадурин А.П., Новоселов В.А. // Промышленность и безопасность, 2015. - №2. - с. 20-23.
2. Мехонин О.Н. Особенности определения грузовой устойчивости автомобильных кранов-манипуляторов /О.Н. Мехонин, К.Г. Пугин // Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных, аспирантов, студентов и школьников (с международным участием) "Химия. Экология. Урбанистика", г. Пермь, 19-20 апреля 2018 г. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2018. - С. 454-458.
3. Burckhardt, M. Fahrwerktechnik: Radschlupf Regelsysteme / M. Burckhardt. — Wurzburg: Vogel, 1993. — 432 p.
4. Зорин В.А., Баурова Н.И. Повышение безопасности дорожно-строительных машин и оборудования // Наука и техника в дорожной отрасли, 2009. № 1. С. 39–40.
5. Тюзюльбаев А.Г. Расчет и испытания на грузовую устойчивость автомобильного крана-манипулятора с КМУ РК 30002К на шасси КАМАЗ 43118-0003078-46/ А.Г. Тюзюльбаев, Л.В. Янковский, Р. В. Щеткин // Техническое регулирование в транспортном строительстве, 2017. - № 5.

6. Пугин К.Г., Развитие и современное состояние строительно-дорожной отрасли: учеб. пособие / К.Г. Пугин, В.С. Юшков, А.М. Бургонутдинов. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 193 с.
7. Лагерев, И.А. Динамика трехзвенных гидравлических кранов-манипуляторов / И.А. Лагерев, А.В. Лагерев. – Брянск: БГТУ, 2012. – 196 с.
8. Жадановский Б.В. Организация устойчивости подъемно-транспортных средств в строительном производстве // Вестник МГ СУ. 2016. № 5. С. 52—58.
9. Федеральные нормы и правила «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения». Утверждены приказом Ростехнадзора № 533 от 12.11.2013.

EVALUATION OF THE EFFECT OF THE DISPLACEMENT OF THE EDGES OF THE ROLLOVER WHEN THE ROLL IS SPRING-MOUNTED ELEMENTS THE CONSTRUCTION OF THE BASIC CHASSIS CAR CRANES ON THE VALUE OF THE FACTOR OF FREIGHT SUSTAINABILITY

Mahonin O.N.¹, Shchetkin R.V.¹, Pugin K.G.^{1,2}

¹ Perm national research Polytechnic University, Perm, Russia

² Perm state agro-technological University, Perm, Russia

Abstract

This article describes the key features determining the ratio of the load resistance of automobile cranes on the base chassis to suit roll suspension design elements. Identify possible factors influencing the accuracy of calculation of freight sustainability, as well as proposed solutions to this problem.

Keywords: automobile crane, craniomandibular setting, the ratio of the load resistance.