

УДК 621.869.33

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ ОСНОВНОЙ РАМЫ АВТОГРЕЙДЕРА

А.А. Резников, доц., к.т.н., Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Аннотация. Представлены результаты количественной оценки влияния геометрических параметров металлоконструкции автогрейдера на напряженно-деформированное состояние основной рамы. На основании проведенного дисперсионного анализа был осуществлен выбор рациональной формы металлоконструкции основной рамы автогрейдера.

Ключевые слова: автогрейдер, основная рама, рациональные параметры, напряженно-деформированное состояние.

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЇ ОСНОВНОЇ РАМИ АВТОГРЕЙДЕРА

О.О. Резніков, доц., к.т.н., Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. Надано результати кількісної оцінки впливу геометричних параметрів металлоконструкції автогрейдера на напружено-деформований стан основної рами. На підставі проведенного дисперсійного аналізу було здійснено вибір раціональної форми металлоконструкції основної рами автогрейдера.

Ключові слова: автогрейдер, основна рама, раціональні параметри, напружено-деформований стан.

CHOOSING THE RATIONAL PARAMETERS OF A MOTOR GRADER MAINFRAME METAL CONSTRUCTION

**O. Reznikov, Assoc. Prof., Cand., Eng. Sc.,
Kharkiv National Automobile and Highway University**

Abstract. The results of quantitative evaluation of impact of geometric parameters of a motor-grader metal construction on the stress-strain state of the main frame have been presented. A reasonable form of the motor-grader metal construction on the basis of dispersive analysis has been selected.

Key words: motor grader, main frame, rational parameters, stress-strain state.

Введение

Для современных землеройно-транспортных машин характерным является рост производительности за счет увеличения рабочих скоростей. Все это приводит, в конечном итоге, к росту рабочих нагрузок, действующих на машину. Опыт эксплуатации автогрейдеров среднего класса указывает на то, что увеличение внешних нагрузок приводит к появлению усталостных трещин в металло-

конструкции основной рамы автогрейдера. Это связано с тем, что при проектировании несущей металлоконструкции основной рамы не учитываются динамическая составляющая нагрузки машины и параметры основной рамы, влияющие на формирование ее напряженно-деформированного состояния (НДС). Возникает необходимость разработки более точной методики выбора рациональных параметров металлоконструкции основной рамы автогрейдера.

Анализ публикаций

Проблема расчета металлоконструкции основной рамы автогрейдера рассмотрена в работах Холодова А.М., Севрова К.П. [1, 2], однако предлагаемые расчетные схемы не учитывают динамических нагрузок, действующих на основную раму автогрейдера в процессе работы. Метод, позволяющий учесть динамические нагрузки, действующие на основную раму, рассматривается в работе [3].

Цель и постановка задачи

Целью работы является разработка методики выбора рациональных параметров металлоконструкции основной рамы автогрейдера. В соответствии с поставленной целью работы были определены задачи исследования: провести количественную оценку влияния геометрических параметров металлоконструкции автогрейдера на НДС основной рамы и на основании проведенного анализа осуществить выбор рациональной формы металлоконструкции автогрейдера.

Решение проблемы

На процесс формирования НДС основной рамы влияют несколько факторов: параметры грунта (интенсивность возрастания сопротивления копанию, удельное сопротивление копанию, плотность грунта), параметры и геометрия машины (скорость автогрейдера, мощность двигателя, геометрия приложения внешних нагрузок, упругость пневматиков), параметры самой металлоконструкции (сечение рамы, длина хребтовой балки, углы перехода хребтовой части основной рамы в подmotorную).

Поскольку в процессе работы автогрейдера параметры грунта и машины меняются в широких пределах, более целесообразно проводить выбор рациональных параметров металлоконструкции основной рамы автогрейдера в зависимости от параметров самой металлоконструкции.

Для количественной оценки влияния геометрических параметров металлоконструкции (рис. 1) на НДС основной рамы был проведен дисперсионный анализ.

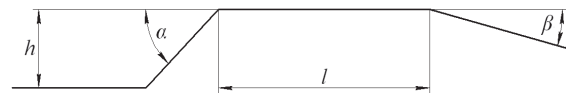


Рис. 1. Геометрические параметры металлоконструкции автогрейдера

Из результатов моделирования режимов заглабления основного отвала автогрейдера в грунт [3] выделена группа, образующая полный факторный эксперимент. В табл. 1 приведены результаты расчетов для каждого из сочетаний факторов A , B , C , D . При этом установлены следующие соответствия:

1. Фактор A соответствует влиянию угла наклона хребтовой балки β и варьируется на двух уровнях: $A_1 = 0^\circ$, $A_2 = 45^\circ$;
2. Фактор B соответствует влиянию угла наклона хребтовой балки α и варьируется на двух уровнях: $B_1 = 20^\circ$, $B_2 = 80^\circ$;
3. Фактор C соответствует расстоянию h от хребтовой балки до подmotorной рамы и варьируется на двух уровнях: $C_1 = 0,5$ м, $C_2 = 1$ м;
4. Фактор D соответствует длине хребтовой балки l и варьируется на двух уровнях: $D_1 = 1,5$ м, $D_2 = 2,4$ м.

Таблица 1 Главные напряжения, действующие в металлоконструкции основной рамы автогрейдера для каждого из сочетаний факторов A , B , C , D

Сочетания факторов		D_1		D_2	
		B_1	B_2	B_1	B_2
C_1	A_1	64	70	110	120
	A_2	78	100	130	136
C_2	A_1	90	92	118	130
	A_2	82	87	120	142

С помощью дисперсионного анализа мы сможем оценить влияние геометрических параметров металлоконструкции основной рамы, выделить наиболее значимые и оценить одновременное взаимодействие разных факторов.

Для реализации дисперсионного анализа был использован стандартный метод [4]. Анализ результатов дисперсионного анализа (табл. 2) указывает на то, что основное влияние на формирование НДС металлоконструкции основной рамы автогрейдера оказывает длина хребтовой балки (фактор D). Также следует отметить существенное влияние на формирование НДС сочетаний факторов ABC и $ABCD$.

Таблица 2 Результаты дисперсионного анализа

Источник изменчивости	Сумма квадратов	Средний квадрат	Стандартное отклонение
<i>A</i>	410	410	20,2
<i>B</i>	451	451	21,2
<i>AB</i>	39	39	6,2
<i>C</i>	175	175	13,2
<i>AC</i>	390	390	19,7
<i>BC</i>	1	1	1
<i>ABC</i>	2311	2311	48,1
<i>D</i>	7353	7353	85,7
<i>AD</i>	23	23	4,8
<i>BD</i>	15	15	3,9
<i>ABD</i>	10	10	3,2
<i>CD</i>	40	40	6,3
<i>ACD</i>	76	76	8,7
<i>BCD</i>	94	94	9,7
<i>ABCD</i>	2265	2265	47,6
Ошибка	0,00	–	–
Общая	9123	–	–

Углы наклона хребтовой балки (факторы *A*, *B*) и расстояние от хребтовой балки до подмоторной рамы (фактор *C*) имеют меньшее влияние на НДС металлоконструкции автогрейdera в среднем на один порядок. В соответствии с результатами дисперсионного анализа особенно перспективными мерами по уменьшению НДС металлоконструкции основной рамы автогрейdera следует рассматривать изменение фактора *D* и одновременное взаимодействие факторов *ABC*. В результате была определена рациональная форма металлоконструкции основной рамы для автогрейдеров среднего класса с колесной формулой 1×2×3 (рис. 2).

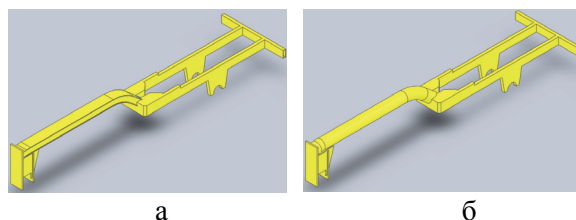


Рис. 2. Рациональная форма металлоконструкции основной рамы автогрейdera: а – для автогрейдеров, у которых характерной рабочей операцией является планирование земельного полотна либо зарезание в грунт всем отвалом; б – для автогрейдеров с характерным внецентренным приложением внешней нагрузки, например, зарезание в грунт краем отвала

На основании анализа полученных результатов был проведен пошаговый поиск рациональной формы металлоконструкции основной рамы. Было принято решение рассмотреть 15 различных компоновочных форм металлоконструкции с круглым и прямоугольным сечениями хребтовой балки.

Выводы

Процесс формирования НДС основной рамы автогрейdera зависит от влияния нескольких факторов: параметров грунта, параметров и геометрии машины, параметров самой металлоконструкции.

Основное влияние на формирование НДС металлоконструкции основной рамы автогрейdera оказывает длина хребтовой балки. Углы наклона хребтовой балки и расстояние от хребтовой балки до подмоторной рамы имеют меньшее влияние на НДС металлоконструкции автогрейdera.

Автогрейдеры, у которых характерной рабочей операцией является планирование земельного полотна либо зарезание в грунт всем отвалом, более целесообразно проектировать с основной рамой коробчатого сечения, а автогрейдеры с характерным внецентренным приложением внешней нагрузки – с основной рамой трубчатого сечения.

Литература

1. Проектирование машин для земляных работ / под ред. А.М. Холодова. – Х.: Выща школа, 1986. – 272 с.
2. Автогрейдеры. Конструкция, теория, расчет / под ред. К.П. Севрова. – М.: Машиностроение, 1970. – 192 с.
3. Шевченко В.А. Динамическая модель формирования напряженно-деформированного состояния основной рамы автогрейdera / В.А. Шевченко, А.А. Резников // Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. – 2012. – Вып. 57.– С. 112–116.
4. Винарский М.С. Планирование эксперимента в технических исследованиях / М.С. Винарский, М.В. Лурье. – М.: Техника, 1975. – 168 с.

Рецензент: И.Г. Кириченко, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 16 апреля 2014 г.