

6. Bijaev A., Ishutochkina K. Assessment of the starter motor system use powered by capacitive power sources on internal combustion engine. MATEC Web of Conferences. Volume 341, 00054 (2021).

7. Tarascon J.-M. Issues and challenges facing rechargeable lithium batteries /J.-M. Tarascon, M. Armand // Nature. - 2011. - V. 414. - P. 359-36

## **РАЗРАБОТКА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СМЕННОГО РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ К МИНИ-ЭКСКАВАТОРУ «ПАРТНЕР» НА ГУСЕНИЧНОМ ХОДУ**

*Ю.К. Терехина, магистрант, напр. «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»*

*Х.А. Абдулмажидов, к.т.н., доц., РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва*

***Аннотация:** Статья посвящена проведению прочностных расчетов для элементов для дополнительного рабочего оборудования к мини-экскаватору «Партнер». Новое дополнительное оборудование крепится с помощью болтовых соединений к рукояти мини-экскаватора. Мини-экскаватор «Партнер» предназначен для разработки и перемещения легких грунтов и песка при проведении дорожно-строительных и ремонтных работ в условиях городского хозяйства. Кроме того, машину можно использовать для рытья небольших траншей в труднодоступных участках при городском строительстве. Рабочее оборудование является универсальным, т.е. существует возможность применения нескольких видов сменных рабочих органов. Новое дополнительное оборудование, включающее в себя конструкцию захвата для перемещения штучных грузов, требует проведения прочностных расчетов.*

***Ключевые слова:** сменные рабочие органы, дополнительный захват к ковшу, прочностные расчеты, метод конечных элементов, действующие напряжения, допускаемые напряжения, запас прочности.*

Опытные образцы отечественного мини-экскаватора были изготовлены на заводе «Партнёр» города Челябинск. Рабочее оборудование – обратная лопата, включающее в себя ковш, рукоять, стрелу, механизм поворота, установлено на гусеничную базу. Рабочее оборудование поворачивается в плане на 360 градусов. Кроме того, экскаватор снабжен небольшим бульдозерным отвалом для обеспечения устойчивости при работе, а также для проведения работ по перемещению грунтов. Привод элементов рабочего оборудования осуществляется с помощью элементов гидропривода [1-3].

Гидропривод бульдозерного оборудования состоит из следующих элементов: гидронасос, который приводится в действие от базового двигателя через механическую передачу; рукава высокого давления; гидроцилиндры

для подъема и поворота бульдозерного отвала; гидрораспределитель с рычагами для управления гидроцилиндрами; бак с рабочей жидкостью; обратный клапан для сброса жидкости в бак. В разрабатываемом проекте мини-экскаватора все детали и элементы разработаны в графическом редакторе Inventor Pro. Кроме того, сборка всех деталей в единый узел проведена в этой программе. Данная программа также позволяет проводить прочностные расчеты деталей, конструкций и сборок.

Предлагаемое дополнительное устройство к рабочему оборудованию представляет собой зубчатый захват, который может иметь механический или гидропривод. Дополнительный захват предназначен для фиксации штучных кусковых грузов (бревен, кусков железобетона, небольших панелей из бетона и т.д.) в ковше при проведении погрузочно-разгрузочных работ, при проведении разборки завалов. Без дополнительного захвата ковш не способен удерживать габаритные кусковые грузы. Проектирование новых элементов, деталей и конструкций требует проведения прочностных расчетов. В учебных проектах прочностные расчеты проводятся с использованием таких компьютерных программ как Компас, Inventor Pro методом конечных элементов. В целом прочностной расчет проводится для всех новых деталей, но в данной работе представлен расчет только одной из наиболее нагруженных, деталей – конструкции зубчатого захвата [4-6].

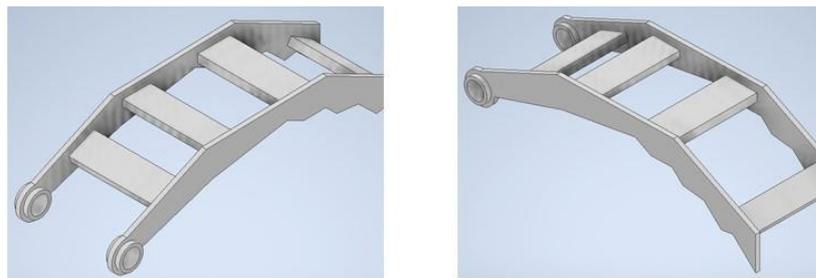
Сущность разработки дополнительного оборудования заключается в создании конструкции, соединяемой с рукоятью с помощью болтовых соединений. Это позволяет легко производить установку и демонтаж конструкции. В целом конструкция включает в себя две косынки, зубчатый захват и телескопический элемент для выдвигания зубьев или перевода их в транспортное положение. В целом прочностные расчеты для новых конструкций можно проводить по правилам принятым по дисциплине «Сопроотивление материалов» и для элементов выполненных на основе использования стандартных профилей (таких как швеллер, двутавр, уголок или труба) сложностей не возникает, поскольку необходимые для исследования напряженного состояния параметры (масс-инерционные характеристики) перечисленных профилей известны и приводятся в справочной литературе [7].

Иная ситуация наблюдается в тех случаях, когда конструкция имеет неправильную форму, т.е. поперечное сечение может меняться по длине детали. В таких случаях можно использовать различные графические пакеты, позволяющие создавать объемные твердотельные модели, для которых можно проводить прочностные расчеты методом конечных элементов. Суть этого метода заключается в разбивке детали или конструкции на конечные элементы (тетраэдры) для которых программа проводит расчет по отдельности затем результаты интегрируются и выдаются в виде таблиц и гистограмм. Наиболее важной характеристикой при исследовании напряженного состояния является запас прочности. Для деталей и конструкций, изготовленных из стали в учебных проектах, значение запаса

прочности принимается в пределах от 1,5 до 2 единиц, для чугунных изделий от 2 до 2,5 единиц. Следует также учитывать, что для некоторых машин, к примеру для грузоподъемных (грузопассажирские лифты и т.п.), которые применяются на ответственных работах, запас прочности может достигать 10...13 единиц. В настоящей работе прочностной расчет проведен для наиболее нагруженного элемента – захвата. Последовательность проведения расчет включает в себя последовательное выполнение следующих пунктов:

1. Формирование объемной конструкции в системе Inventor Pro.
2. Задание материала конструкции (в данном случае принимается сталь).
3. Определение опорных поверхностей.
4. Задание нагрузок определенной величины в заданных точках.
5. Разбивка детали на конечные элементы (тетраэдры).
6. Проведение расчета.
7. Получение отчета с результатами исследования.
8. Выводы о возможности применения детали на основе запаса прочности.

Конструкция дополнительного захвата представлена на рисунке 1.



**Рис. 1** Конструкция захвата выполненная в графическом пакете Объемная конструкция детали сформирована Inventor Pro

методом выдавливания эскиза. Толщина конструкции задается высотой выдавливания. Материал конструкции выбирается из библиотеки материалов программы. Данная конструкция изготавливается из стали. В местах угловых соединений в конструкции для снижения возникающих напряжений формируются сопряжения. Нагрузки, приходящиеся на объемную конструкцию захвата, определяются исходя их массы перемещаемых штучных грузов. В таблице 1 представлены результаты расчета.

*Таблица 1*

**Результаты прочностного расчета Сила и момент реакции в зависимостях**

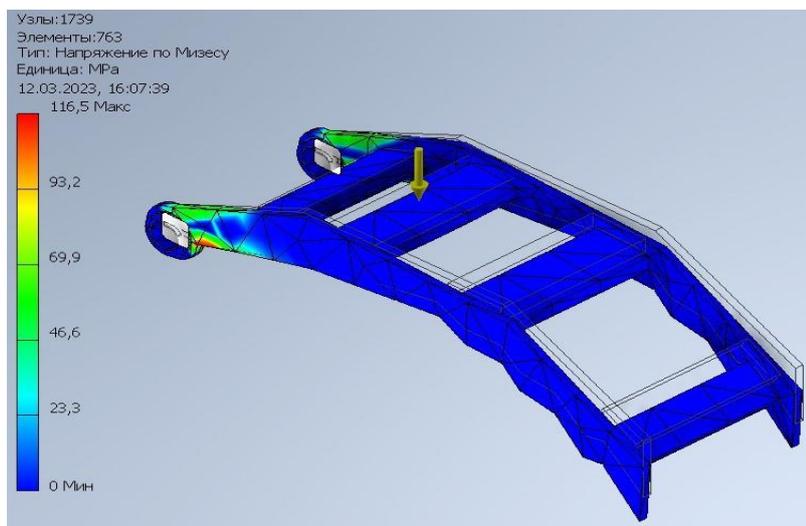
Имя зависимости	Сила реакции		Реактивный момент	
	Величина	Компонент нт (X,Y,Z)	Величина	Компонент (X,Y,Z)

Зависимость фиксации:1	3500 Н	0 Н	809,964 Нм	0 Н м
		3500 Н		0 Н м
		0 Н		809,964 Нм

#### Результат

Имя	Минимальная	Максимальная
Объем	1689060 мм <sup>3</sup>	
Масса	13,2591 кг	
Напряжение по Мизесу	0,0215234 МПа	116,499 МПа
1-ое основное напряжение	-19,461 МПа	83,1691 МПа
3-е основное напряжение	-130,878 МПа	6,68784 МПа
Смещение	0 мм	1,06804 мм
Коэфф. запаса прочности	1,77684 бр	15 бр

По гистограмме, представленной на рисунке 2, можно определить участки с максимальными напряжениями. В основном наибольшие напряжения возникают на угловых участках.



**Рис.2 Прочностной расчет конструкции дополнительного захвата**

При нагрузках величиной 3500 Н запас прочности составляет 1,77 единиц, что вполне допустимо для стальных конструкций. В тех случаях, когда запас прочности близок нижним допускаремым значениям имеет смысл проведения уточненных прочностных асчетов, сущность которых заключается в уменьшении размеров конечных элементов, что дает более точный результат. В данном такой необходимости нет.

#### Библиографический список

1. Абдулмажидов Х.А. Использование компьютерных программ в реализации направлений подготовки бакалавров для АПК / Х.А. Абдулмажидов // Аграрная наука – сельскому хозяйству: Сборник материалов XV Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах, Барнаул, 12–13 марта 2020 года. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2020. 3-4 с.

2. Абдулмажидов Х.А. Аналитическая модель системы управления скоростью движения ковша каналоочистительной машины
3. / Х.А. Абдулмажидов, Н.А. Мочунова // Строительные и дорожные машины. – 2014. № 9. 13-15 с.
4. Абдулмажидов Х.А. Комплексное проектирование и прочностные расчеты конструкций машин природообустройства в системе Inventor pro / Х.А. Абдулмажидов, А.С. Матвеев // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2016. № 2(72). 40-46 с.
5. Абдулмажидов Х.А. Основы проектирования элементов машин природообустройства с применением языка AutoLISP в системе AutoCAD: Учебно-методическое пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 280100 / Х.А. Абдулмажидов. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2012. 136 с.
6. Поддубный В.И. Статический расчет технологических машин природообустройства / В.И. Поддубный, Х.А. Абдулмажидов. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2019. 30 с.
7. Мартынова Н.Б. Расчет машин и оборудования природообустройства: учебно-методическое пособие / Н.Б. Мартынова, Х.А. Абдулмажидов, В.И. Балабанов. – Москва: Редакция
8. журнала «Механизация и электрификация сельского хозяйства», 2020. 86 с. – ISBN 978-5-6044137-4-6.
9. Абдулмажидов Х.А. Основные задачи конструирования и возможности компьютерных программ при проектировании элементов наземных машин / Х.А. Абдулмажидов. – 2018. № 42-3. 43-45 с. – DOI 10.18411/lj-09-2018-55.

УДК 631.171

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

*Москвичев Дмитрий Александрович, Кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры тракторов и автомобилей. Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, РФ*

***Аннотация:** Тема данной статьи посвящена анализу текущего состояния и проблем существующих систем мониторинга сельскохозяйственной техники, сконцентрировавшись на GPS-трекинговых системах. Изучению их эффективности, преимуществ и недостатков, а также оценке возможностей совершенствования и оптимизации работы*