

- Барченко Ф.Б. Моделирование рабочего цикла дизеля и теплового состояния деталей камеры сгорания // Известия вузов. Машиностроение. 2011. – 2. Текст: электронный – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovaniye-rabochego-tsikla-dizelya-i-teplo-vogo-sostoyaniya-detaley-kamery-sgoraniya/viewer>
3. Апкаров, И.А. Газодизельный цикл как основа моторной энергетики малого и среднего производственного предпринимательства в сельском хозяйстве и рыболовстве / И.А. Апкаров, А.Ф. Дорохов, А.А. Музаев. – Текст: непосредственный // Вестник АГТУ. Серия: Морская техника и технология. – 2010. – С. 5.
4. Батурин, О.В. История изобретения и развития агрегатов наддува двигателей внутреннего сгорания / О.В. Батурин, Н.В. Батурин, В.Н. Матвеев. – Текст: непосредственный // Вестник СГАУ. – 2009. – С. 10.
5. Таманджа, И. Результаты испытаний на токсичность отработавших газов судовых дизелей 1ч 17,5/24 и 4ч 8,5/11 по нагрузочной характеристике при работе на дизельном и биодизельном топливе / И.Таманджа, Н.Н. Шуйтасов. – Текст: электронный // Вестник АГТУ. Серия: Морская техника и технология. – 2011.
6. Мерзлов, А. Создание собственных источников энергоснабжения на базе газотурбинных и газопоршневых двигателей / А. Мерзлов. – Текст: непосредственный // Рудник будущего. – 2011. – С. 133-135.

УДК 631.3.024/.028

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ
С РАЗРУШАЮЩИМИСЯ ЭЛЕМЕНТАМИ В
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКЕ**

*Кальчевский Никита Андреевич, студент-бакалавр
Рожановский Олег Иванович, студент-бакалавр
Колоско Дина Николаевна, науч. рук., к.т.н., доцент
УО БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация:** в статье рассмотрен принцип действия срезных и фрикционно-срезных соединений деталей сельскохозяйственной техники с примерами применения, приведены примеры прочностных расчетов срезных болтовых соединений в Mathcad.*

***Ключевые слова:** предохранительный механизм, механическая система защиты от камней, срезные болты, предохранительные муфты*

Эксплуатация сельскохозяйственной техники значительно осложнена возникающими динамическими нагрузками, изменяющими величину или направление за короткий промежуток времени. Силы инерции при ди-

динамических нагрузках значительны. При расчетах на прочность и жесткость элементов конструкций и деталей машин их необходимо учитывать.

Особенностями процессов обработки почвы в растениеводстве агропромышленного комплекса Республики Беларусь являются мелкоконтурность и неровность (холмистость) земельных участков, присутствие на поверхности и в пахотном горизонте большого количества мелких и крупных валунных камней. Перечисленные особенности предъявляют повышенные требования к качеству выполнения технологического процесса обработки почвы и надежности сельскохозяйственной техники.

Наезд корпуса плуга на препятствие в виде камня является одним из примеров динамической ударной нагрузки в процессе почвообработки. Классическим видом применяемых в почвообработке предохранительных устройств являются срезные соединения деталей с разрушающимися элементами в виде срезных болтов. Принцип действия такого механизма защиты от камней состоит в том, что при резком увеличении нагрузки на стойку корпуса болт срезается в определенном месте, и корпус плуга отклоняется и уходит от препятствия вверх. Высокое усилие срабатывания срезных болтов позволяет эксплуатацию на тяжелых и твердых почвах.

Механическая система защиты от камней с предохранительным механизмом в виде срезного болта используется в навесном полнооборотном плуге Saugos компании Amazone, представленном на рисунке 1 [1].



Рис. 1. Навесной полнооборотный плуг Saugos

Расположение предохранительного механизма системы защиты от камней над стойкой плуга показано на рисунке 2.



Рис.2. Расположение системы защиты от камней

Срез детали происходит под действием касательных напряжений τ , действующих по расположенным под углом 45° к плоскости поперечного сечения площадкам сдвига. При этом возникает двухосное плоское напряженное состояние материала детали, и площадь поверхности среза примерно в 1,5 раза превышает площадь поперечного сечения. Кроме расчетов на срез для срезных болтов производятся прочностные расчеты на растяжение и смятие.

В многоболтовых соединениях при действии продольной силы, проходящей через центр тяжести соединения, распределение этой силы между всеми болтами неравномерно. Вследствие текучести материала в пластической стадии усилия в болтах выравниваются, и расчет каждого болта производится на одинаковое усилие. Неравномерная работа отдельных болтов нормальной точности учитывается снижением расчетных сопротивлений материала болтов.

Примеры прочностных расчетов срезных болтовых соединений в Mathcad показаны на рисунках 3 и 4 [2]. Расчеты производятся с учетом класса точности, предела текучести материала и коэффициента условий работы соединения. R_{bp} , R_{bs} , R_{bt} – расчетные сопротивления (нормальные напряжения) смятию, срезу и растяжению соответственно.

Расчетные сопротивления одноболтовых соединений

Напряженное состояние	Условное обозначение	срез и растяжению болтов классов			смятию соединяемых элементов из стали с пределом текучести до 440 МПа (4500 кгс/см ²)
		4.6; 5.6; 6.6	4.8; 5.8	8.8; 10.9	
Срез	R_{bs}	$R_{bs} = 0,38 R_{bun}$	$R_{bs} = 0,4 R_{bun}$	$R_{bs} = 0,4 R_{bun}$	-
Растяжение	R_{bt}	$R_{bt} = 0,42 R_{bun}$	$R_{bt} = 0,4 R_{bun}$	$R_{bt} = 0,5 R_{bun}$	-
Смятие:	R_{bp}				
а) болты класса точности А		-	-	-	$R_{bp} = \left(0,6 + 410 \frac{R_{un}}{E}\right) R_{un}$
б) болты класса точности В и С		-	-	-	$R_{bp} = \left(0,6 + 340 \frac{R_{un}}{E}\right) R_{un}$

Примечание. Допускается применять высокопрочные болты без регулируемого натяжения из стали марки 40Х «селект», при этом расчетные сопротивления R_{bs} и R_{bt} следует определять как для болтов класса 10.9, а расчетное сопротивление R_{bp} как для болтов класса точности В и С.

$R_{un} := 480 \text{ МПа}$ – для стали С375

$R_{bs} := 0,4 \cdot R_{bun}$ $R_{bt} := 0,5 \cdot R_{bun}$ $R_{bp} := \left(0,6 + 340 \cdot \frac{R_{un}}{E}\right) \cdot R_{un}$

На срез:

$N_{bs} := R_{bs} \cdot \gamma_b \cdot A \cdot n_s$

$d := 42 \text{ mm}$ – Диаметр болтов $N_{un} := 60 \text{ tonf} \cdot \gamma_c$ – усилие на соединение

Рис.3. Расчет одноболтовых соединений в Mathcad

Mathcad - [расчет болтов]

Файл Правка Вид Добавить Формат Инструменты Символика Окно Справка

Характеристика соединения	Коэффициент условий работы соединения γ_b
1. Многоболтовое в расчетах на срез и смятие при болтах: классов точности А	1,0
классов точности В и С, высокопрочных с нерегулируемым натяжением	0,9
2. Одноболтовое и многоболтовое в расчете на смятие при $a = 1,5d$ и $b = 2d$ в элементах конструкции из стали с пределом текучести, МПа (кгс/см ²): до 285 (2900) св. 285 (2900) до 380 (3900)	0,8 0,75

Обозначения, принятые в табл. 35*:
 a - расстояние вдоль усилия от края элемента до центра ближайшего отверстия;
 b - то же, между центрами отверстий;
 d - диаметр отверстия для болта.

$\gamma_b := 0,9$

R_{bs}, R_{bp}, R_{bt} - расчетные сопротивления болтовых соединений;

$R_{bs} = 400 \text{ МПа}$ $A := \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ $A = 13.854 \text{ см}^2$

$n_s := 2$ - число расчетных срезов болта

$N_{bs} := R_{bs} \cdot \gamma_b \cdot A \cdot n_s$

$N_{bs} = 997.518 \text{ кН}$ $N_{bs} > N$ $N = 560.476 \text{ кН}$

Рис.4. Расчет многоболтовых соединений в Mathcad

Примером фрикционно-срезных соединений являются предохранительные муфты, предназначенные для ограничения передаваемого крутящего момента и предохранения частей машин от поломок при перегрузках. Наиболее простой по конструкции является муфта со срезным штифтом, установленным в закаленных стальных втулках. Полумуфты насаживаются на соединяемые валы и соединены с ними призматическими шпонками. В расточки полумуфт вставляются одна или две втулки, внутри которых помещается штифт. При аварийной перегрузке штифт срезается, для последующего включения штифт необходимо заменить. Расчетный крутящий момент принимается на 15-25% больше допускаемого во избежание случайного выключения муфты.

В сельскохозяйственной технике, используемой в животноводстве в процессе кормоприготовления, муфты такого типа устанавливаются в винтовых конвейерах для транспортировки зерновых культур и комбикормов между валом шнека и мотор-редуктором. Если вал имеет длину более 3 метров, в соединении частей вала также устанавливается предохранительная муфта. На схеме широко распространенных на протяжении нескольких десятилетий комплектах оборудования кормоцеха КОРК-15 (рисунки 5) винтовые конвейеры обозначены цифрами 10 и 11.

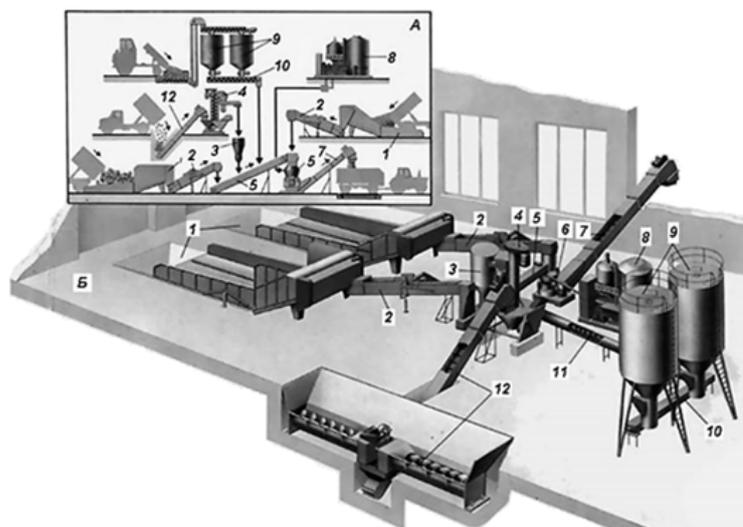


Рис.5. Комплект оборудования кормоцеха КОРК – 15:
А – технологическая схема, Б – общий вид

Применение в сельскохозяйственной технике надежных и несложных по конструкции и в эксплуатации устройств с разрушающимися элементами многими зарубежными фирмами используется совместно с более сложными гидропневматическими, пружинными или рессорными предохранительными системами. Такое сочетание повышает эффективность процессов эксплуатации сельскохозяйственных машин и обеспечивает защиту рабочих органов от повреждений и отказов.

Список литературы

1. Каталог компании Amazone / Навесной полнооборотный плуг Саугос. – Текст: электронный. – URL: <https://amazone.ru/ru-ru/продукция-и-цифровые-решения-сельскохозяйственная-техника/обработка-почвы/плуги/387748-387748/387962>
2. Бертяев, В.Д. Теоретическая механика на базе Mathcad: Практикум / В.Д. Бертяев. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2005. – 752 с. – Текст: электронный.

УДК 631.365.23

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОСУШИВАНИЯ РУЛОНОВ ПРОВЯЛЕННОЙ ТРАВЫ

*Каменев Александр Алексеевич, студент-магистрант
 Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н., доцент
 ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: увеличение влагопоглотительной способности вентилируемого воздуха за счет его подогрева в настоящее время является