

10. Шушков, Р.А. Повышение эффективности послеуборочных операций заготовки льняного сырья / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский // Вопросы территориального развития. – 2013. – № 9. – 7 с.

УДК 631.3.02

ВЯЗКОЕ И ХРУПКОЕ РАЗРУШЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН И АГРЕГАТОВ

*Бут-Гусаим Вадим Николаевич, студент-бакалавр
Колоско Дина Николаевна, науч. рук., к.т.н., доцент
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

***Аннотация:** в статье рассмотрены особенности пластических и хрупких деформаций деталей сельскохозяйственной техники и тракторов. Приведены признаки и примеры вязкого и хрупкого разрушения деталей. Проанализировано влияние повышения жесткости конструкции на прочность деталей сельскохозяйственных машин и агрегатов.*

***Ключевые слова:** пластические и хрупкие деформации, вязкое и хрупкое разрушение, утрата работоспособности, нормальные и касательные напряжения, жесткость конструкции, динамический коэффициент*

Тракторное и сельскохозяйственное машиностроение является одной из важнейших отраслей промышленности Республики Беларусь. На предприятиях Министерства промышленности Беларуси в настоящее время производится более 350 моделей техники для агропромышленного комплекса и перерабатывающей отрасли. На сегодняшний день обеспечивается практически вся республиканская потребность в сельхозмашинах для растениеводства. Белорусское тракторное и сельскохозяйственное машиностроение является ведущей отраслью экономики нашей страны, одним из главных источников национального дохода.

На территории Беларуси сельскохозяйственная техника эксплуатируется в тяжелых условиях, потому что 68% территории и почти 90% пашни занимают дерново-подзолистые заболочиваемые почвы. Обработка почвы – важная и энергоемкая часть технологического процесса в сельском хозяйстве. В процессе эксплуатации сельскохозяйственных машин их детали и узлы изменяют свои первоначальные размеры и форму, утрачивая при этом частично или полностью работоспособность, что снижает технико-экономические показатели. При повышении сопротивления почвы обработке, резанию и другим операциям повышаются механические нагрузки на детали обрабатываемых машин, вызывающие возрастание количества поломок и преждевременный выход машин из строя.

Прочность конструкций определяется с использованием теорий прочности, основанных на различных гипотезах о переходе материала в опасное состояние. Материалы подразделяются на разрушающиеся хрупко и пластично. При изменении условий испытаний один и тот же материал может разрушаться и хрупко, и пластично. Например, углеродистая сталь, пластичная при температуре 20°C , разрушается хрупко при температуре жидкого азота -196°C . Чугун, хрупкий при растяжении и кручении, разрушается пластично при сжатии.

Пластическая деформация вызывается касательными напряжениями τ , разрушение при этом происходит путем сдвига частиц материала в плоскостях действия наибольших касательных напряжений, расположенных под углом 45° к оси (рисунок 1).

Пластическое разрушение имеет сложный характер: при образовании и развитии трещин пластическая деформация вызывается τ ; разделение тела на части в последний момент разрушения обусловлено нормальными напряжениями σ . Пренебрегая моментом разрушения, можно считать, что пластическое разрушение вызывается касательными напряжениями и называется срезом. Пластическому разрушению предшествует появление видимых пластических деформаций, поэтому его можно предотвратить.

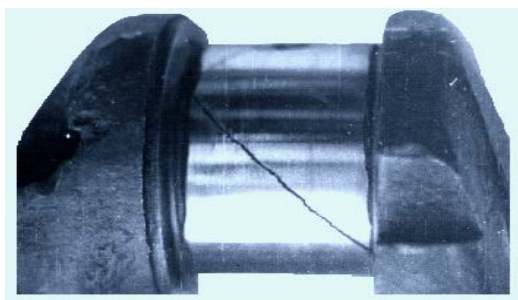


Рис. 1. Трещина в шатунной шейке коленчатого вала от действия касательных напряжений

Хрупкое разрушение вызывается нормальными напряжениями σ и называется отрывом. Оно происходит внезапно и часто сопровождается катастрофическими последствиями. Задачей конструкторов и эксплуатационников является избежание опасности перехода материала из пластического состояния в хрупкое.

Знание признаков хрупкого и пластического разрушения важно при анализе изломов конструкции, позволяющего определить характер разрушения, вид нагрузки, ее величину и время действия. Признаки указанных видов разрушения приведены в таблице 1 [1].

Вязкое разрушение сопровождается интенсивной пластической деформацией материала детали. Излом имеет волокнистое строение и не имеет кристаллического блеска, вследствие сильной деформации зерен (рисунок 2). Неровные участки рассеивают свет и поверхность излома ка-

жется матовой. Причиной образования деформации является воздействие значительных кратковременных сил, возникающих при заклинивании механизма или нарушениях технологического режима [3].

Таблица 1 – Признаки пластического и хрупкого разрушения

Признак	Вязкое разрушение	Хрупкое разрушение
Пластические деформации	есть	нет
Разрушающие напряжения	касательные τ	нормальные σ
Вид излома (для металлических конструкций)	матовый, волокнистый	блестящий, кристаллический

Вязкое разрушение имеет место и при длительном действии сил, вызывающих напряжения, превосходящие предел текучести материала детали. Признаком вязкого излома является наличие боковых скосов по его краю.



Рис. 2. Вязкое разрушения шатуна двигателя

Если при эксплуатации произошла поломка детали в нескольких местах, следовательно, были первичные изломы, которые повлекли за собой последующие разрушение, обычно бывающее вязкими. Такое происходит в редких случаях вследствие грубых ошибок, допущенных при расчетах на прочность, монтаже (сборке) или эксплуатации. Относительно медленно развивающаяся вязкая трещина либо заблаговременно обнаруживается, либо из-за чрезмерной пластической деформации деталь еще до ее полного разрушения перестает выполнять свои функции. Полное разрушение происходит редко вследствие заблаговременного обнаружения при визуальном осмотре.

Хрупкое разрушение происходит внезапно при мгновенном приложении нагрузки или под действием кратковременных ударных нагрузок при малой степени местной пластической деформации. Излом имеет ярко выраженное кристаллическое строение у недеформируемых материалов и гладкое от сдвига у деформируемых материалов. Кромки изломов гладкие, ровные без скосов или с небольшими скосами. Скос на хрупком изломе

указывает место долома, то есть окончание разрушения (рисунок 3). Участок без скоса (или с меньшим скосом) обычно примыкает к фокусу излома.

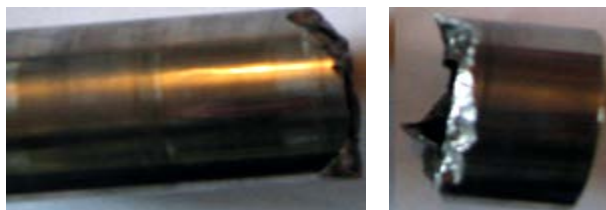


Рис. 3. Разрушение поршневого пальца

Хрупкие разрушения в большинстве случаев начинают развиваться в зонах концентрации напряжений, в местах приварки элементов жёсткости, пересечения сварных швов, у отверстий и галтелей, в зонах резкого изменения толщины. Очагами хрупких разрушений металлоконструкций часто являются дефекты сварки – горячие и холодные трещины, непровары, подрезы, шлаковые включения, поры, расслоения металла (рисунок 4) [2].



Рис. 4. Хрупкое разрушение продольной тяги навесного устройства

Указанная продольная тяга показана на схеме терхточечного навесного устройства на рисунке 5. Эта конструкция имеет дополнительные связи для увеличения жесткости, предохранения ее от разрушения при нарушении одной из связей, рационального распределения усилий по элементам конструкции и достижения значительной экономии металла.

Увеличение жесткости конструкции не желательно при работе техники в реальных полевых условиях, так как существует множество различных естественных препятствий (камней, корней деревьев), взаимодействие с которыми вызывает динамические ударные нагрузки.

В формуле динамического коэффициента при горизонтальном ударе деформация Δ_{cm} , определяемая при статическом взаимодействии, расположена в знаменателе.

$$k_g = 1 + \sqrt{1 + \frac{v^2}{g \cdot \Delta_{cm}}} \quad (1)$$

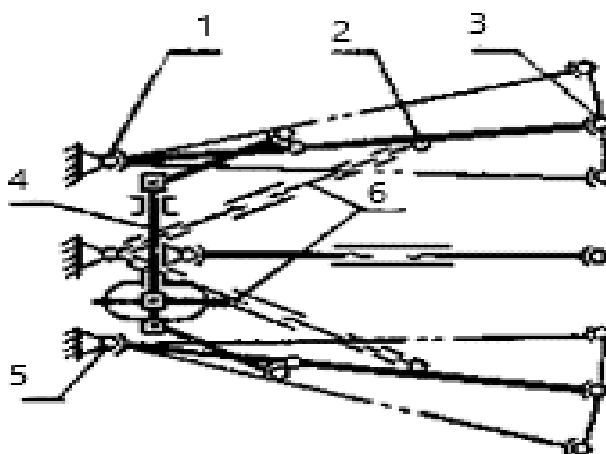


Рис. 5. Схема трехточечного навесного устройства:
 1,3,5 – присоединительные шарниры, 2 – продольные тяги,
 4 – подъемный вал, 6 – ограничительные цепи.

Жесткость подразумевает уменьшение деформаций элементов конструкций, пониженное значение Δ_{cm} приводит к значительному увеличению динамического коэффициента k_g . Это увеличивает возникающие напряжения и динамическую нагрузку на величину численного значения этого коэффициента, достигающего иногда значений 20-30.

$$\sigma_{\partial} = \sigma_{cm} \cdot k_{\partial}; \quad F_{\partial} = F_{cm} \cdot k_{\partial} \quad (2)$$

При работе на навеску действуют ударные динамические нагрузки, появление которых не желательно, так как приводит к её разрушению.

Хрупкое разрушение, в отличие от вязкого, свойственно деталям машин и агрегатов сельскохозяйственного профиля, испытывающих в процессе эксплуатации вследствие наличия естественных препятствий действие многократных ударных нагрузок.

Одной из вероятных причин разрушения деталей машин является наличие в конструкциях сельскохозяйственной техники дополнительных связей, позволяющих рационально распределять усилия по элементам конструкций и достигать значительной экономии материалов, но повышающих жесткость.

Для предотвращения разрушений следует использовать следующие рекомендации:

- ограничение нагрузки на детали машин применением специальных предохранительных устройств (срезных штифтов, шпилек, предохранительных муфт);
- изготовление детали из материалов с повышенными механическими свойствами, применять эффективные методы термической обработки;
- применение наклепа в наиболее нагруженных сечениях для уменьшения напряжений в детали при работе.

Список литературы

1. Макаров, Е.Г. Сопротивление материалов на базе Mathcad / Е.Г. Макаров, – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 512 с.
2. Ремонтно-тракторная мастерская: форум Fermer.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fermer.ru/forum/rtm-remontno-traktornaya-masterskaya/134693?page=90> .
3. Боровицкий, В.И. Механическое оборудование: техническое обслуживание и ремонт / В.И. Боровицкий, В.А. Сидоров, – Донецк: Юго-восток, 2011. – 238 с.

УДК 631.22.018

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОМОГЕНИЗАТОРА ДЛЯ ЖИДКОГО НАВОЗА

*Веселовский Глеб Валерьевич, студент-бакалавр
Скорб Игорь Игоревич, науч. рук., ст. преп.
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: проведены экспериментальные исследования процесса гомогенизации жидкого навоза в замкнутом открытом канале мешалкой с лопастным рабочим органом и определены ее некоторые оптимальные параметры.

Ключевые слова: навоз, расслоение, влажность, гомогенизация, мешалка, лопасть

Гомогенизация навоза в каналах гидравлических систем является важной технологической операцией, обеспечивающей полноту уборки навоза из таких каналов и влияющей на микроклимат в животноводческом помещении [1].

При оптимизации конструкции мешалки для гомогенизации жидкого навоза необходимо рассматривать множество факторов. Поэтому для поиска этих параметров используем метод математического планирования эксперимента. Движение к оптимуму возможно, если выбрать один параметр оптимизации, а другие характеристики процесса принять в качестве ограничений [2].

Эффективность технологического процесса характеризуется двумя показателями – энергоемкостью процесса и качеством гомогенизации. Однако координаты экстремумов этих функций обычно не совпадают. Поэтому в качестве целевой функции целесообразно принять качество гомогенизации навоза обеспечивающее его гидротранспортабельность с наименьшими затратами энергии.

С целью обоснования конструктивных и режимных параметров мешалки проведены экспериментальные исследования, программой которых предусматривалось: