

Е.И. Адамов, С.Н. Сикарев
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

ПЛАНИРОВАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ, ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СКЛАДЫ»

При планировании объема самостоятельных работ студентов необходимо учитывать следующие факторы:

1. Степень подготовленности студентов.
2. Сложность изучаемого материала.

В соответствии с этим на кафедре «Прикладной механики и подъемно-транспортных машин» в курсе «Автоматизированные склады» для самостоятельного изучения предложены следующие темы:

1. Определение основных параметров склада.
2. Устройство и конструкция крана-штабелера и стеллажного склада.

В процессе самостоятельной работы студенты выполняют РГР «Определение основных параметров склада штучных грузов».

Для успешной реализации самостоятельной работы на кафедре разработаны учебно-методические пособия, включающие примеры расчета основных параметров склада, а также индивидуальные задания для самостоятельной работы.

Самостоятельные занятия активизируют работу студентов, способствуют приобретению ими навыков в поисках решений, удовлетворяющих условиям надежности, экономичности конструкций в целом, формируют самостоятельный стиль работы, повышают заинтересованность в выполнении лабораторных работ и специальным дисциплина.

С.Д. Гордлеев, И.Ю. Гордлеева
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОСТОВЕРНЫХ НАГРУЗОК В КРИТИЧЕСКИХ ЗОНАХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЦИСТЕРН

В связи с увеличением в России сети автомобильных дорог и возрастанием количества автозаправочных станций, наблюдается тенденция увеличения объема перевозок нефтепродуктов в автомобильных цистернах. На российский рынок поставляются цистерны, изготовленные за рубежом, а также отечественными производителями (рис. 1). Так как топливные автоцистерны – это объекты повышенной опасности, к ним предъявляются достаточно жесткие требования по надежности, прочности и экологичности. В соответствии с современной тенденцией повышения качества перевозимых нефтепродуктов срок службы цистерн должен составлять 5–7 лет в зависимости от модификации, после чего цистерна подлежит утилизации. Такое требование объясняется наличием химических реакций между металлическим корпусом и грузом. Это естественным образом приводит проектировщиков к стремлению снижения себестоимости производства цистерн, то есть к уменьшению материалоемкости, упроще-

нию проектирования и технологии изготовления. Ключевым становится вопрос надежности конструкции.

Анализ существующих методик расчета прочности и надежности конструкции автоцистерн авторов статьи привел к следующему. Открытой переведенной информации от зарубежных производителей автомобильных цистерн не найдено. Отечественные методики (Нормы расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм, ГОСТ 52857.6 – 2007) касаются конкретных объектов и очень узкий класс нагрузок. Для автомобильных цистерн существует всего несколько ГОСТов [5, 6], которыми сложно руководствоваться. К примеру, коэффициенты перегрузок по ГОСТ Р 50913-96 регламентируют лишь критические нагрузки, что не дает судить об усталости конструкции. Поэтому будут рассмотрены универсальные подходы определения надежности, используемые в машиностроении.



Рис. 1. Общий вид полуприцепа цистерны с тягачом

В работах [1,2,3,4] описаны исследования связанные с определением полей напряжений от статических нагрузок, регламентируемых ГОСТ, приведены натурные испытания, их анализ. В процессе работы была создана конечно-элементная модель, на которой и проводились все расчеты.

Ввиду того, что определяющим направлением исследования является оценка усталостной долговечности, нельзя с достаточной уверенностью сказать, что проведенных исследований достаточно, так как существует проблема достоверности внутренних усилий (нагрузок), распределенных в местах локализации концентраторов напряжений. Решением данной проблемы будет динамический расчет конструкции.

Исходной величиной для расчета будет циклическая нагрузка, приложенная в месте сцепления тягача и полуприцепа (шкворень). Методика её определения достаточно проста и заключается в следующем: необходимо подобрать такую нагрузку, чтобы уровень напряжений от общего изгиба был того же порядка, как в эксперименте. Например, для цистерны ППЦ-35, производства ОАО «ГРАЗ» были получены следующие определяющие величины:

1) Напряжения в свободной от концентраторов зоне (датчик 2, рис.)

2) Здесь максимальный уровень напряжений от общего изгиба равен 20МПа. Эта величина является основополагающей для подбора амплитуды нагрузки, действующей на шкворень.

1) Перегрузки на конце цистерны (датчик перегрузок 5, рис. 2)

2) Этот датчик записывал с частотой дискретизации 1000Гц. Он является проверочным и определяет частоту приложения нагрузки.

К внешним усилиям, также относится закрепления и нагрузка от груза. Для конечно-элементной модели цистерны ППЦ-35 были закреплены следующие узлы:

– Задний кронштейн тележки. Жесткая заделка.

– Кронштейны тележки. Разрешены только перемещения по вертикали;

– Узел приложения усилия (шкворень). Зафиксированы перемещения и углы поворота в поперечной направлению движения плоскости.

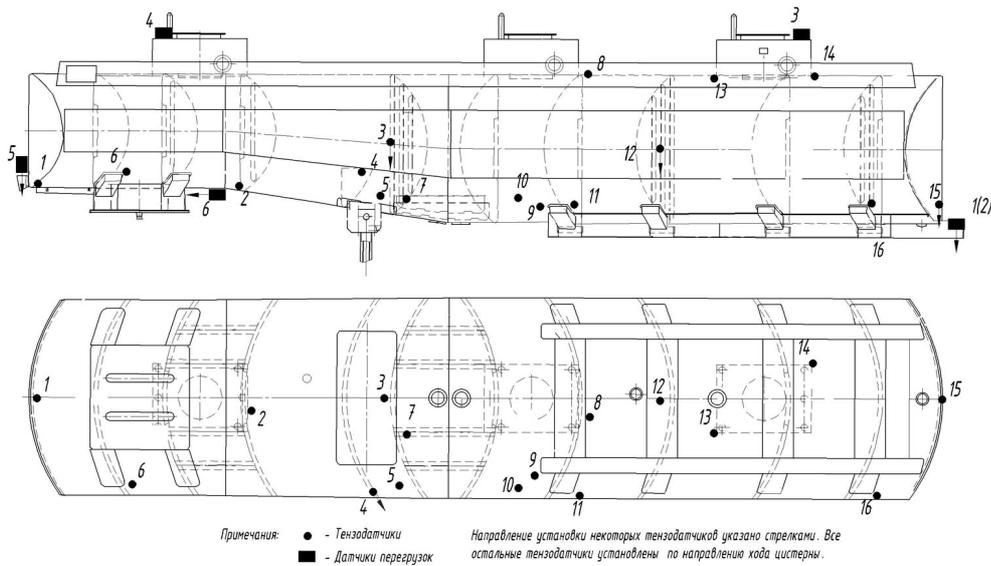


Рис. 2. ППЦ-35, схема расстановки датчиков напряжения и перегрузок.

Цистерна рассчитывалась в грузу, то есть залитая грузом воды (35тонн) по метки в расширительных баках.

Для определения усилия в динамическом расчте необходимо определить её частоту. Это реализуется быстрым преобразованием Фурье, то есть разложением напряжений и перегрузок в энергетический спектр (рис. 4).

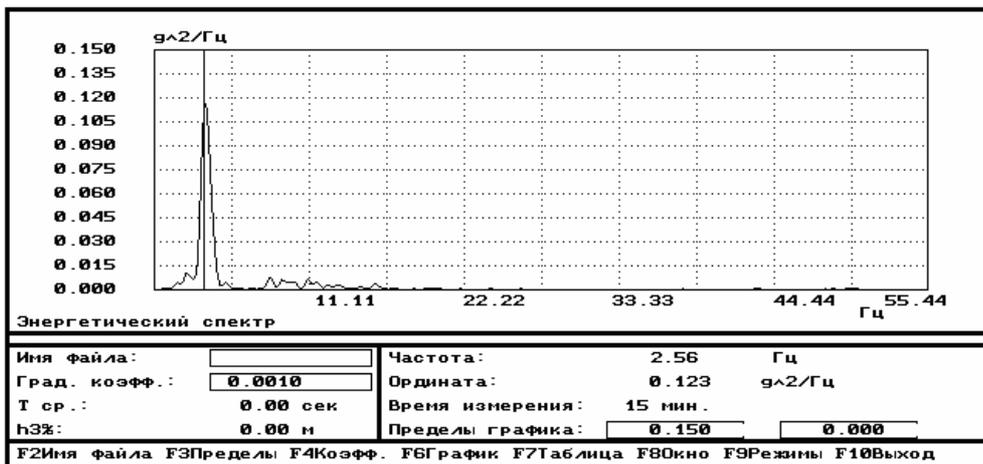


Рис. 4. Пример спектра ускорений

В данном случае колебания будут проходить на частоте 2.6Гц. Динамический расчет проводился в программном комплексе «ИСПА». Путем последовательных приближений, начиная с нагрузки в 7 тонн, было получено близкое сходство по нескольким датчикам напряжений (рис. 5, 6). Нагрузка на шкворень полуцистерны при данном уровне напряжений (14МПа) составляет ~1,6 тонны.

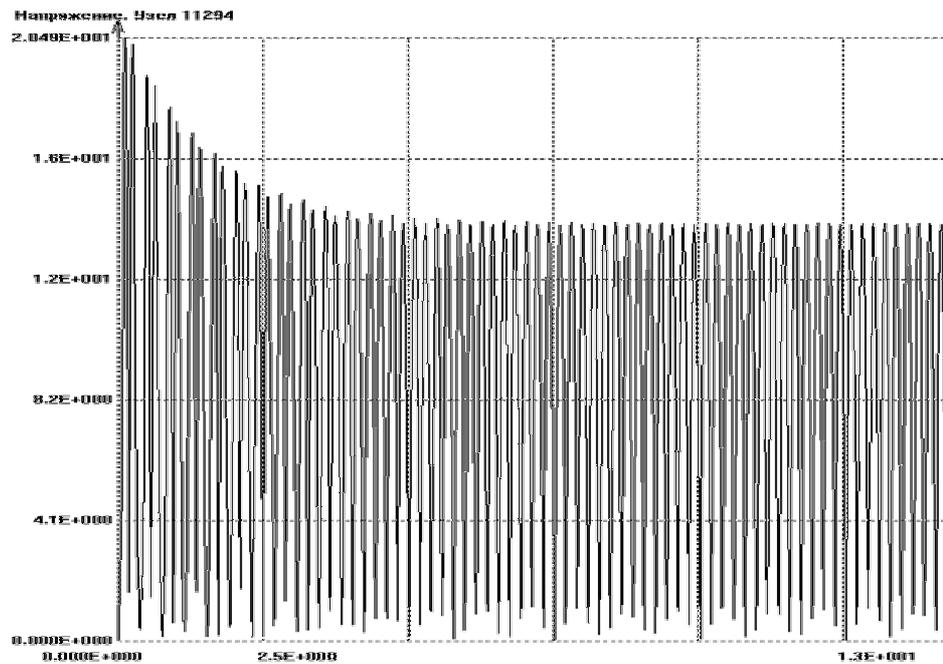


Рис. 5. Напряжения в узлах КЭ модели цистерны

Результатом расчета является конечно-элементная модель с достоверными для усталостного расчета внутренними усилиями (рис. 6). К примеру, зона с наличием концентратора напряжения в первом ригеле рамы можно локализовать с общим уровнем напряжений вокруг концентратора

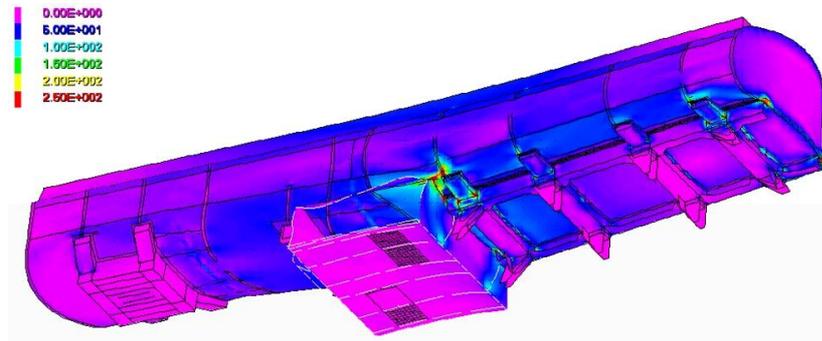


Рис. 6. Динамический расчет. Места концентрации напряжений

По результатам динамического расчета можно однозначно определить расчетные зоны и передавать их для выполнения следующей задачи – определения ресурса. При различных уровнях напряжений можно выявить два типа усталостных разрушений: Малоцикловую $|\sigma_b| \geq 2\sigma_T$ и многоцикловую $|\sigma_b| \leq 2\sigma_T$. При малоцикловой усталости зона с выявленными внутренними усилиями передается для расчета с увеличенным количеством конечных элементов. Дальнейшая работа ведется только с этими участками, считается количество циклов до разрушения, при данной нагрузке. Для многоцикловой усталости актуально применять метод линейного суммирования повреждений, но для этого необходимо исследовать несколько нагруженных состояний цистерны. То есть при различных амплитудах напряжений подобрать нагрузки и выполнить несколько динамических расчетов.

Список литературы:

- [1] Гирин С.Н., Гордлеев С.Д. Проблемы эксплуатационной прочности автомобильных цистерн для перевозки жидких грузов // Вестник ВГАВТ. Вып.31. Н.Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2012. – С. 141–144.
- [2] Гирин С.Н., Гордлеев С.Д. Анализ напряженного состояния автомобильной цистерны для перевозки жидких грузов при квазистатических нагружениях // Вестник ВГАВТ. Вып. 31. Н.Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2012. – С. 131–135.
- [3] Гирин С.Н., Гордлеев С.Д. Натурные испытания автомобильной цистерны для перевозки жидких грузов // Вестник ВГАВТ. Вып. 31. Н.Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2012. – С. 136–141.
- [4] Гордлеев С.Д. Определение зон усталостного разрушения в цистернах для перевозки жидкого топлива //Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития '2012». Выпуск 3. Том 1. – Одесса: КУПРИЕНКО, 2012 – С. 74–82.
- [5] ГОСТ 3163-76. Прицепы и полуприцепы автомобильные. Общие технические требования. – Москва: Изд-во стандартов, 1998. – 8 с.
- [6] ГОСТ Р 50913-96. Автомобильные транспортные средства для транспортирования и заправки нефтепродуктов. Типы, параметры и общие технические требования. – Москва: Изд-во стандартов, 2003. – 23 с.

С.Н. Сикарев
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

РЕЗУЛЬТАТЫ ВИБРАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ НЕФТЕНАЛИВНОГО СУДНА «АЛЕКСАНДР ШЕМАГИН»

В июле 2012 года сотрудниками лаборатории вибрации и шума Волжской государственной академии водного транспорта в соответствии с договором с ООО «Верфь Братьев Нобель» проведены измерения уровней виброперемещений нефтеналивного судна «Александр Шемагин» проекта RST 25.

Целью испытаний являлось определение параметром вибрации, обработка полученных результатов и сравнение их с допускаемыми значениями в соответствии с требованиями Российского Речного Регистра.

Каждая СДУ включает в себя:

– дизель Wartsila W6L20 $N_{сн} = 1200$ кВт при $n_n = 1000$ мин⁻¹ с демпфером крутильных колебаний Geislinger D60/14/2; упругая муфта CX-72-GFS2; винторулевая колонка SRP 1012 FP Schottel, в которую входят: вал тахометра $d=120$ мм, $l=982$ мм; упругий вал Centa CL-70, длиной 650 мм; муфта сцепления Schottel K1012; входной вал; верхний редуктор $i_p=0,777605$; вертикальный вал $d=219$ мм, $l=189$ мм; нижний редуктор; гребной вал; гребной винт фиксированного шага.

Испытания были проведены на р. Волге, г. Рыбинск, Переборский залив. Во время испытаний волнение не превышало 2-х баллов, глубина 10...18 м., осадка 2 м.

Были выполнены замеры вибрации при ступенчатом изменении частоты вращения двигателя от минимально устойчивой $n=600$ об/мин, 800 об/мин, 900 об/мин и максимальной равной 1000 об/мин.

Для измерений, регистрации и анализа результатов измерений применялся «Анализатор диагностический вибрационный СМ-3001», прошедший поверку в ФБУ «Государственном Региональном центре стандартизации, метрологии и испытаний в Нижегородской области», свидетельство о поверке № 20 000065040.