



РАСЧЕТ КРЫШКИ РАЗГРУЗОЧНОГО ЛЮКА ПРИ УДАРНОМ ЕЕ НАГРУЖЕНИИ

Пастернак Н.А., к.т.н., Кирильчук О.А., ассистент, Кебал И.Ю., студент, ДНУЖТ
имени академика В.Лазаряна
Дзюба А.А., м.н.с., ДГУ имени О. Гончара

Для проектирования новых вагонов и при модернизации вагонов существующего парка задаются максимальные динамические и инерционные нагрузки, определенные методом теории колебаний [1]. Прикладываются эти нагрузки как квазистатические. Значение основных, действующих на вагон, динамических и ударных сил приведены в «Нормах ...» или вычисляются в зависимости от коэффициентов динамики, ускорений частей вагона, скорости движения, статических нагрузок. Приведены методики их определения.

Но в некоторых случаях приведены только указания на необходимость расчетов на определенные условия нагружения. Например, предусмотрена проверка прочности элементов крышки разгрузочного люка полувагона при:

- падении ее на упоры, расположенные на раме полувагона;
- падении кускового груза на закрытую крышку;
- падении отдельных кусков груза.

Эти нагрузки являются ударными, т.к. создаются быстро перемещающимся грузом и возникают при выполнении погрузочно-разгрузочных работ.

Ниже анализируются результаты расчета одного из вариантов нагружения крышки люка – падение куска груза массой 150 кг с высоты 3 м.

Для расчета применен энергетический метод [3,4] определения напряжений и перемещений, реализованный в методе конечных элементов и в современном программном обеспечении.

Рассматривается один из вариантов конструкции крышки разгрузочного люка, показанный на рис. 1 – это плоский лист (1), подкрепленный продольными (2) и поперечными балками (3).

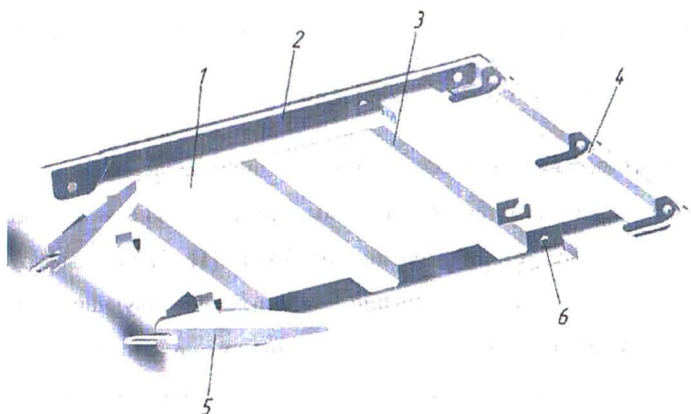


Рис. 1 Геометрическая модель крышки люка

Опорами крышки являются петли (4) и кронштейны (5). В балках (3) есть отверстия (6) для торсиона. Для всех элементов крышки принята сталь с пределом текучести 345 МПа.

В [2] не указаны характеристики груза, его форма. Поэтому в расчетах принята форма груза, образованная гранями произвольной ориентации (рис. 2). Механические свойства груза приняты для песчаника кварцевого (гранит) [5]. Масса груза равна 150 кг. Центр массы груза не совпадает с геометрическим центром крышки.

При статическом нагружении, когда учтены собственный вес и вес груза, расчетные напряжения в элементах крышки составляют около 4 МПа.

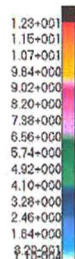
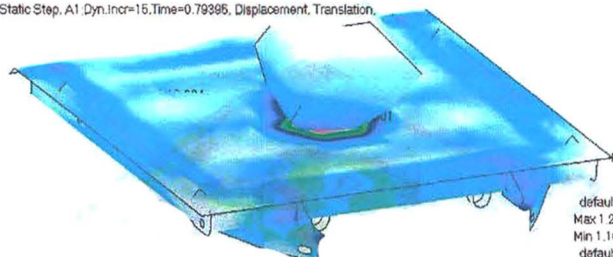
На рис. 2 показано положение груза в момент 0,79 с после начала падения. Груз упал на крышку ребром. В этот период напряжения в листе крышки равны 123 МПа. Волна напряжений не распространилась по всей крышке.

а)

Patran 2008r2 Pre-Release 06-Apr-12 12:07:39

Fringe: Default Static Step, A1.Dyn.Incr=15,Time=0.79395, Stress, Global System, von Mises, At Layer 1

Deform: Default Static Step, A1.Dyn.Incr=15,Time=0.79395, Displacement, Translation



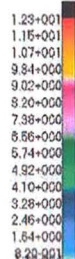
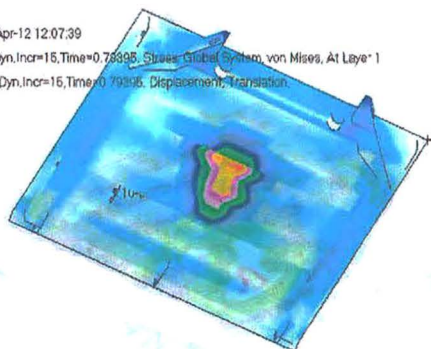
default_Fringe :
Max 1.23e+001 @Nd 97595
Min 1.10e-004 @Nd 96171
default_Deformation :
Max 3.00e+003 @Nd 95958

б)

Patran 2008r2 Pre-Release 06-Apr-12 12:07:39

Fringe: Default Static Step, A1.Dyn.Incr=15,Time=0.79395, Stress, Global System, von Mises, At Layer 1

Deform: Default Static Step, A1.Dyn.Incr=15,Time=0.79395, Displacement, Translation



default_Fringe :
Max 1.23e+001 @Nd 97595
Min 1.10e-004 @Nd 96171
default_Deformation :
Max 3.00e+003 @Nd 95958

Рис. 2 Начальный период касания груза:

а) вид сверху;

б) вид снизу

Колебательный процесс можно разделить на такие периоды:

- совместные колебания крышки и груза;
- отрыв груза вследствие накопленной энергии деформации крышки;
- повторное падение груза;
- перемещение груза до устойчивого его положения.

На рис. 3 показан промезуточний момент, кода волна напругений
распространилась и дошла до подкрепляющих элементов.

а)

Patran 2008r2 Pre-Release 06-Apr-12 12:13:05

Fringe: Default Static Step, A1 Dyn, Incr=134, Time=0.96584, Stress, Global System, von Mises, A1 Layer 1

Deform: Default Static Step, A1 Dyn, Incr=134, Time=0.96584, Displacement, Translation



б)

Patran 2008r2 Pre-Release 06-Apr-12 12:13:05

Fringe: Default Static Step, A1 Dyn, Incr=134, Time=0.96584, Stress, Global System, von Mises, A1 Layer 1

Deform: Default Static Step, A1 Dyn, Incr=134, Time=0.96584, Displacement, Translation

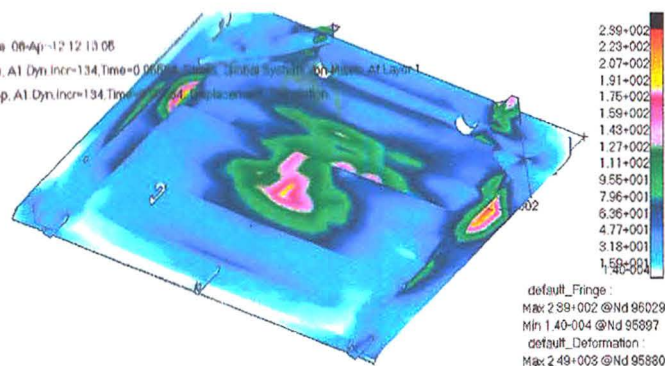
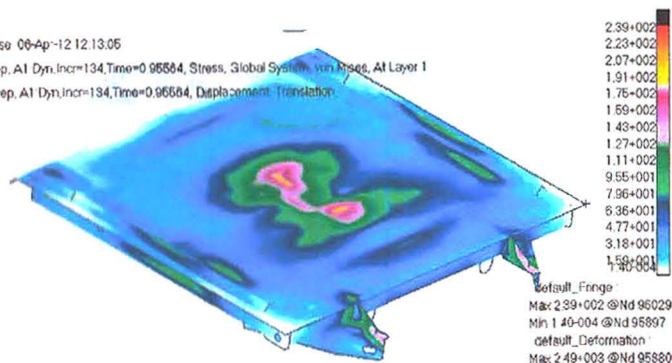


Рис. 3 Промезуточный период нагружения крышки:

а) вид сверху;

б) вид снизу

После затухания колебаний крышки и груза в элементах крышки остаточные
напряжения равны 349 МПа (рис. 4). Они охватывают небольшую часть одной из

балок, которая находится ближе к месту падения груза. В листе крышки остаточные напряжения находятся на уровне 233 ... 256 МПа.

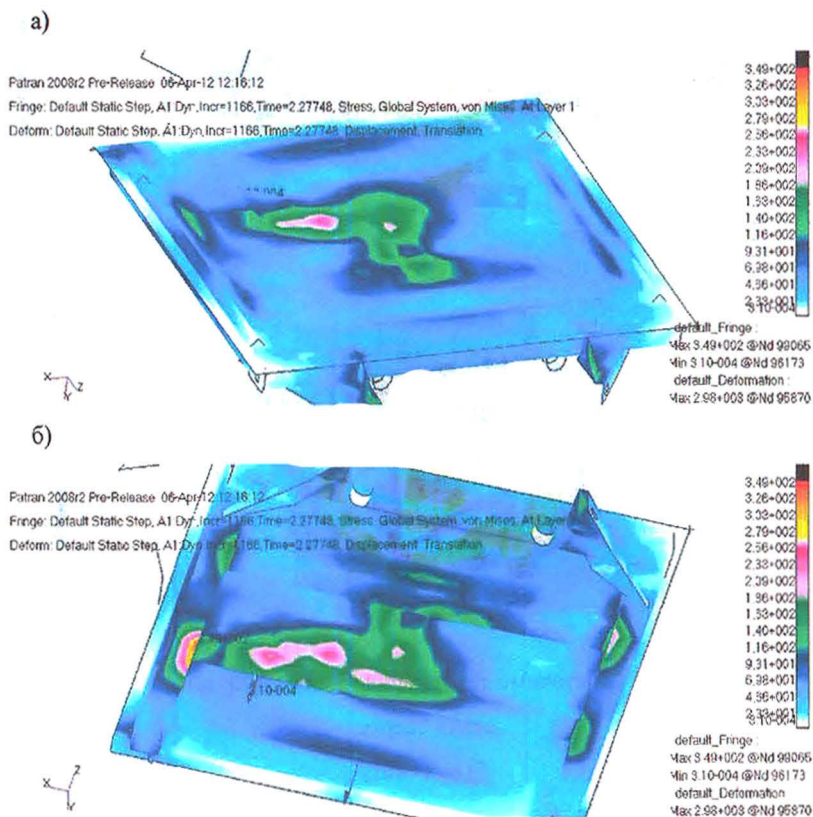


Рис. 4 Остаточные напряжения в крышке:

- а) вид сверху;
б) вид снизу

В месте падения груза образовался остаточный прогиб листа крышки 12 мм (рис.5).

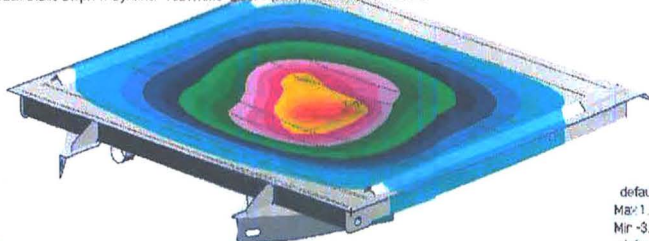


а)

Patran 2008r2 Pre-Release 06-Apr-12 12:22:17

Fringe: Default Static Step, A1 Dyn.Incr=1327,Time=2.39350,Displacement, Translation, Y Component, (NON-LAYERED)

Deform: Default Static Step, A1 Dyn.Incr=1327,Time=2.39350,Displacement, Translation,



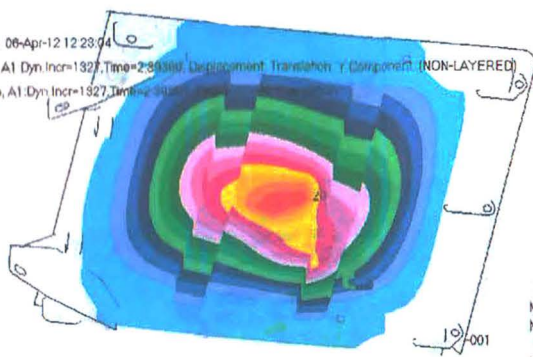
default_Fringe :
Max: 1.20+001 @Nd 97587
Min: -3.90+001 @Nd 99168
default_Deformation :
Max: 1.20+001 @Nd 97587

б)

Patran 2008r2 Pre-Release 06-Apr-12 12:23:04

Fringe: Default Static Step, A1 Dyn.Incr=1327,Time=2.39350,Displacement, Translation, Y Component, (NON-LAYERED)

Deform: Default Static Step, A1 Dyn.Incr=1327,Time=2.39350,Displacement, Translation,



default_Fringe :
Max: 1.20+001 @Nd 97587
Min: -3.90+001 @Nd 99168
default_Deformation :
Max: 1.20+001 @Nd 97587

Рис. 5 Остаточные деформации элементов крышки:

а) вид сверху;

б) вид снизу

Таким образом, на примере крышки разгрузочного люка полувагона показана возможность рассчитывать конструкции на действие ударных сил с оценкой их напряженного и деформированного состояния.



Литература

1. Расчет грузовых вагонов на прочность при ударах: Учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / Е.П. Блохин, И.Г. Барбас, Л.А. Манашкин и др. - М.: Транспорт, 1989. 230 с.
2. Нормы расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колес 1520 мм (несамоходных) и изменения и дополнения. ВНИИЖТ – ГосНИИВ, М.: 1996. 354 с.
3. Вершинский С.В. Расчет вагонов на прочность / Вершинский С.В., Никольский Е.Н., Никольский Л.Н., Попов А.А., Шадур Л.А. М.: 1960. 360 с.
4. Коллинз Дж. Повреждение материалов в конструкциях. Анализ, предсказание, предотвращение. М.: Мир, 1984. 624 с.
5. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород: Учебник для вузов. – 4-е изд, перераб. и доп. – М.: Недра, 1984. – 359 с.