

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДМОСТЕЙ ПМД-5.2

Расчеты на прочность показывают, что выбранные сечения обеспечивают запас прочности элементов подъемника ПМД-5.2. Влияние отверстия, усиленного втулкой, не существенно и результаты для сплошного стержня могут быть применены в конечных расчетах.

Ключевые слова: прочность, стержень, конструкция, трубы, рабочая площадка.

CALCULATION OF THE STRENGTH OF THE CARRIER ELEMENT SCAFFOLDING MIT 5.2

Strength calculations show that the selected section provides a margin of safety the lift elements MIT 5.2. Effect of holes reinforced sleeve is not essential and the results for a solid rod may be used in the final calculations.

Keywords: strength, core, design, pipe work platform.

1. Модель конструкции подмостей ПМД-5.2. Сначала исследовалась конструкция ПМД-2.2 (рис.1б). Она превосходит аналогичные конструкции на основе "Нюрнбергские ножницы" (рис.1а) по своим характеристикам жесткости. [1-5].

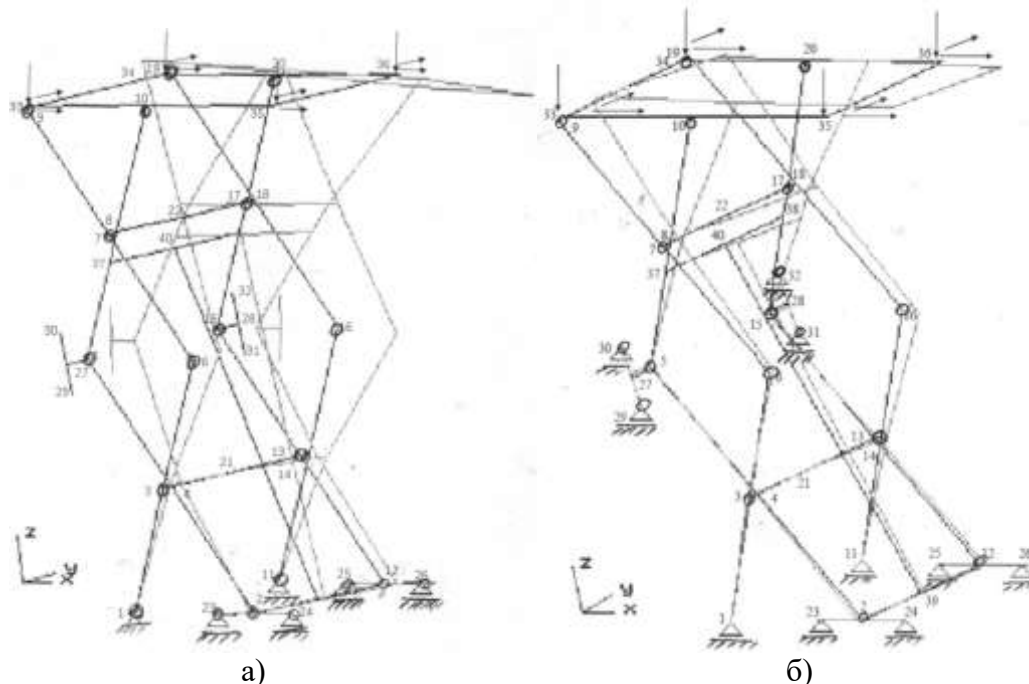


Рис. 1 - Конечно-элементные модели а) «Нюрнбергских ножниц» б) ПМД-2.2

В этой работе исследуется конструкция подмостей ПМД-5.2 [6-7]. Обе конструкции аналогичные, ПМД-5.2 отличается от ПМД-2-2 высотой подъема рабочей площадки. Несущие элементы ПМД-5.2 (рис.2) изготовлены из стальной прямоугольной трубы 80x40x4. Нагрузки на подмости: а) собственный вес конструкции (учитывается автоматически в программном комплексе «Ли́ра» и «Инвентор» [8,9]- суммарный вес кинематической части 465 кг); б) полезная нагрузка: 80 кг - вес рабочей платформы и 150

кГ – вес оператора и его оборудования. В экстремальном положении вес 150 кГ приложен в узле 42 конечно-элементной модели (рис.3).

Для поиска усилий в несущих элементах подмостей использовался программный комплекс «Лира» - САПР 2013 по расчету конструкций МКЭ. Расчетная схема подмостей - стержневая модель (рис.3). Расчеты проводились при различных положениях подмостей. Наиболее нагруженное положение ПМД-5,2 самое нижнее (рис 3, Таблица 1).

В таблице 1 фрагментарно представлен (для экономии объема бумаги) силовой анализ подмостей: для стержневых элементов модели 1,2,3, ... 47,48,49. В таблице 2 в соответствии с рисунком 4, даны характеристики сечений кинематической части схемы ПМД-5.2.

Стержневой элемент в середине длины имеет ослабление поперечного сечения. Это отверстие - диаметром 55 мм, усиленное втулкой с отверстием 40 мм для создания шарнирного соединения (рис.5).

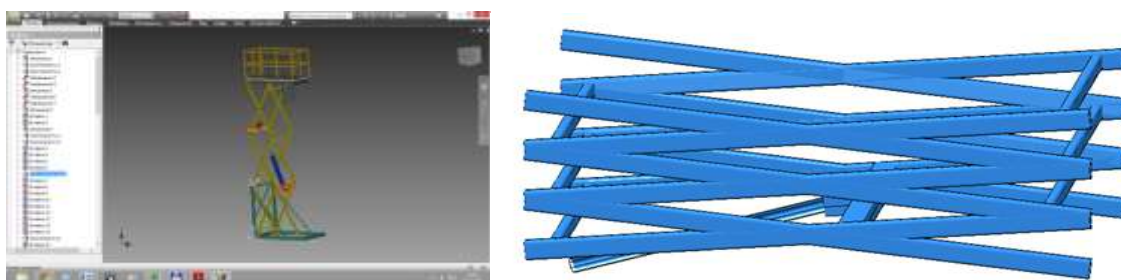


Рис. 2 - 3D-модель подмостей ПМД-5.2 и кинематическая часть (КЧ)

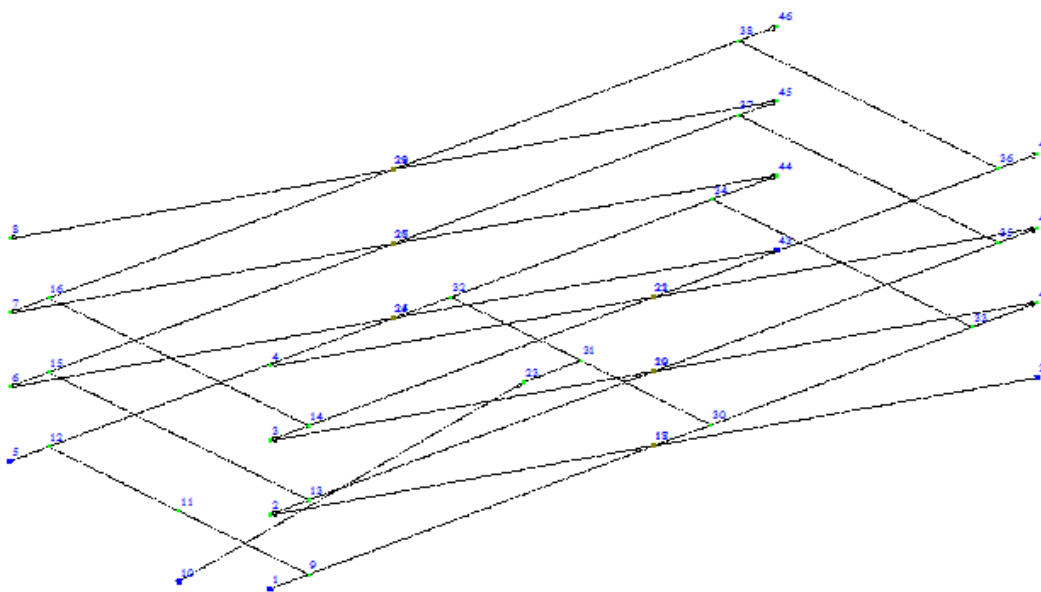


Рис. 3 – Конечно-элементная модель КЧ ПМД-5.2 в нижнем положении

Номер элемента	Номер сечения	N (Т)	M _k (Т*М)	M _y (Т*М)	Q _z (Т)	M _z (Т*М)	Q _y (Т)
1	1	4.474065	-0.02106	0	-0.40688	-0.00038	0.388233
1	2	4.474136	-0.02106	-0.04072	-0.40755	-0.0392	0.388233
2	1	4.517363	-0.00607	0	-0.43065	0.0026	-0.38515
2	2	4.517433	-0.00607	-0.0431	-0.43132	0.041116	-0.38515
3	1	-2.7965	-0.0028	0	-0.24004	0.022947	0.074861
3	2	-2.79643	-0.0028	-0.02404	-0.24071	0.015461	0.074861

Таблица 1
Факторы усилий ий моде

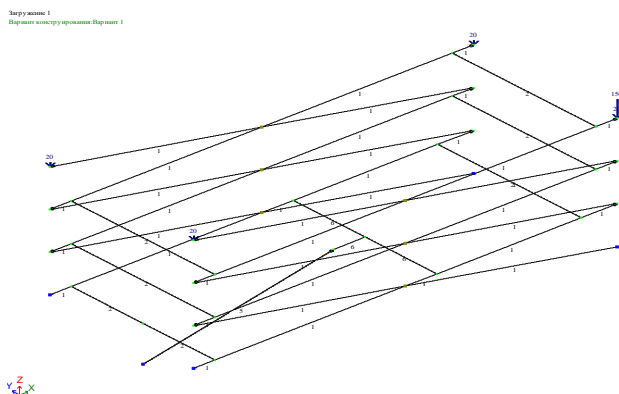
47	2	-0.01785	0	0	0.169061	0	0
48	1	1.139385	-0.01432	-0.02233	0.223626	0.000964	0.001609
48	2	1.139455	-0.01432	0	0.222959	0.000803	0.001609
49	1	-0.00217	0	-0.00202	0.020557	0	0
49	2	-0.0021	0	0	0.019889	0	0

Таблица 2

Характеристики сечений кинематической части схемы

1	Profile (Rama)	80x40x4	q=0.00671
			EF=17960.3, EI _y =13.6
			EI _z =4.5, GI _k =4.25
			Y1=1.25, Y2=1.25, Z1=1.89, Z2=1.89, RU _Y =0, RU _Z =0
2	Profile (Jumper)	60x40x4	q=0.00545
			EF=14599.3, EI _y =6.5
			EI _z =3.41, GI _k =2.81
			Y1=1.17, Y2=1.17, Z1=1.48, Z2=1.48, RU _Y =0, RU _Z =0
5	Circle 60 (rod)		q=0.0221863
			EF=59393.5, EI _y =13.4
			EI _z =13.4, GI _k =10.1
			Y1=0.75, Y2=0.75, Z1=0.75, Z2=0.75, RU _Y =0, RU _Z =0
6	twochannelsections		q=0.0140929
			EF=37727, EI _y =31.7
			EI _z =37.7, GI _k =0.208
			Y1=2.5, Y2=2.5, Z1=2.1, Z2=2.1, RU _Y =0, RU _Z =0

Для исследования влияния отверстия на НДС стержня использовался МКЭ. МКЭ реализован с использованием программного комплекса AutodeskInventor 2012. В среде AutodeskInventor построена трехмерная модель 3D для стержня (рис.5). Схема расчета - это консольный стержень, нагруженный со свободного конца изгибающим моментом. Это приводит к образованию в стержне чистого изгиба. Этот стержень с использованием



программы AutodeskInventor был разбит на объемные элементы. Результаты расчета показали, что влияние отверстия, усиленного втулкой незначительно, что видно из рисунка 6. Поэтому расчеты для сплошного стержня могут быть применены для заданной схемы расчета.

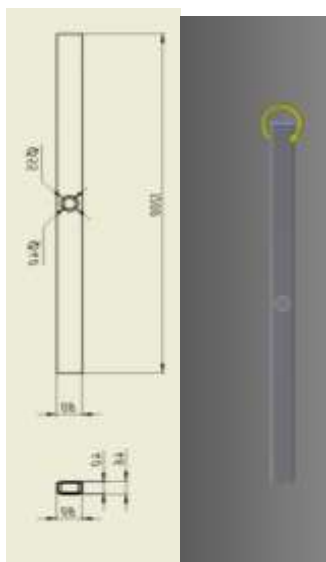


Рис. 4 - Номера профилей сечений Рис. 5 чертеж и 3D-модель схемы МКЭ

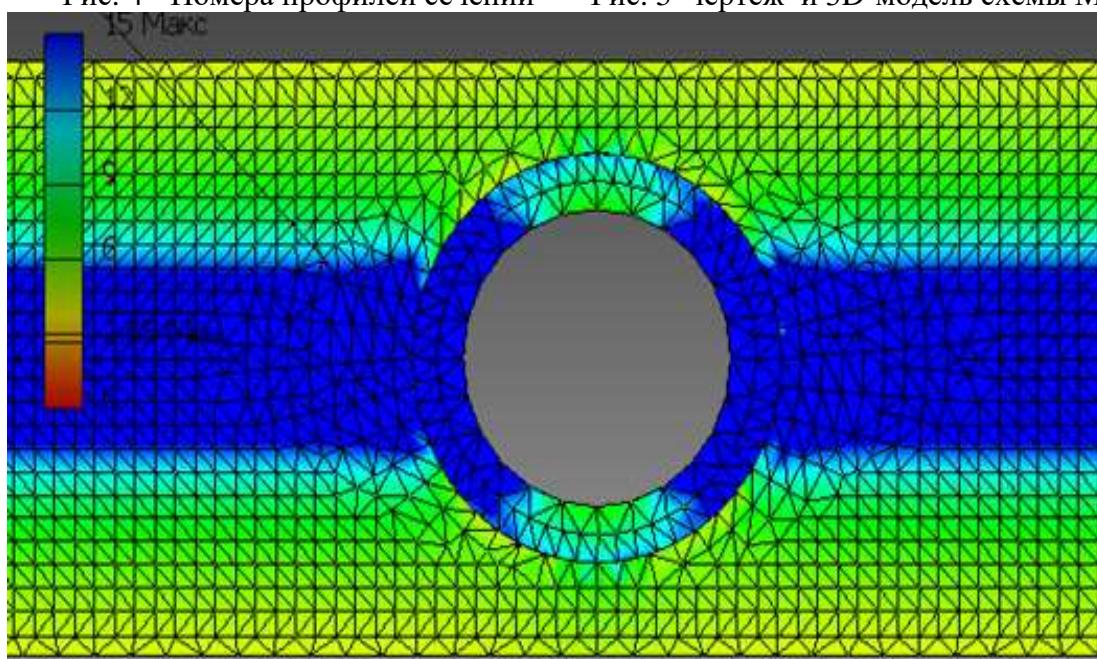


Рис. 6 - Изополя коэффициента запаса прочности

Заключение

На основании проведенных расчетов сделаны следующие выводы:

- сечения стержней обеспечивают запас прочности элементов подмостей;
- влияние отверстия, усиленного втулкой, не существенно. И результаты для сплошного стержня могут быть применены в конечных расчетах.

Литература

- 1 Решение о выдаче предпатента на изобретение. Казпатент 10.09.2001 от №1174, АС №11543. Прямолинейно- направляющий механизм./ Темирбеков Е.С. и др.
- 2 Патент №127 на полезную модель. 06.12.2002, 12с. Механизированные подмости./ Темирбеков Е.С. и др.
- 3 Предпатент на промышленный образец №306. 10.02.2003, 6с. Мобильные подмости./ Темирбеков Е.С. и др.
- 4 Патент на полезную модель. Официальный бюллетень №5(1) 2009, Астана. МЮ, РКП «НИИС». Мобильные механизированные подмости./ Темирбеков Е.С. и др.

- 5 Y.S.Temirbekov, S.U.Joldasbekov Scaffold with Improved Construction Rigidity. Springer: Advances on Theory and Practice of Robots and Manipulators: Proceedings of Romansy 2014, XXCISM-IFTOMM Symposium on Theory and Practice of Robots and Manipulators. p.527-535
- 6 Temirbekov Y.S. Falsework with improved rigidity of the structure. Журнал «Доклады НАН РК» №2, Алматы, 2014. p.26-31
- 7 Темирбеков Е.С. Механизированные подмости. Заключение о выдаче патента на полезную модель. Решение от 15.07.2014 №12-3/3443. Национальный институт интеллектуальной собственности МЮ РК.
- 8 Программный комплекс для расчета и проектирования конструкций Лира. Версия 9.0. Руководство пользователя. Книга 1 Основные теоретические и расчетные положения. Некоторые рекомендации. – Киев, НИИАСС, 2002. – 147с.
- 9 Технология цифровых прототипов: Autodesk Inventor 2010. Официальный учебный курс.- М.: ДМК Пресс, 2010. - 944 с.
-