

## ПЛОЩАДОЧНЫЙ ТРАНСПОРТЕР НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ 240 ТОНН

**Пшинько А. Н.**, д. т. н., профессор, ректор университета, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

**Мямлин С. В.**, д. т. н., профессор, проректор по научной работе университета, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

**Пшенько В. А.** заведующий Проектно-конструкторского технологического бюро по проектированию и модернизации подвижного состава, пути и искусственных сооружений, (ПКТБ ДИИТа) Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

**Палий Ю. Ф.**, главный конструктор Проектно-конструкторского технологического бюро по проектированию и модернизации подвижного состава, пути и искусственных сооружений, (ПКТБ ДИИТа) Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

**Губерная Н. А.**, инженер-конструктор II категории Проектно-конструкторского технологического бюро по проектированию и модернизации подвижного состава, пути и искусственных сооружений, (ПКТБ ДИИТа) Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

**Кебал Ю. В.**, с. н. с., «Укрзализныця»

Романчук А. Я., директор, ООО «УкрТрансАльянс»

**Стегницкий Б. М.**, начальник отдела негабаритных перевозок, ООО «УкрТрансАльянс»

*В статье приводится обоснование на разработку усовершенствованной конструкции транспортера шестнадцатитонного грузоподъемностью 240 тонн для перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов. Приведены описание конструкции транспортера, основные преимущества разработанной конструкции, результаты расчетов.*

Перевозка крупногабаритных и сверхтяжелых грузов при помощи железнодорожного транспортера - задача, которая возникает перед промышленниками регулярно и ее решение всегда представляет техническую проблему, которую можно решить при помощи специализированных вагонов-

транспортёров. Потребность в вагонах-транспортёрах постоянно возрастает, так как многие транспортеры уже отработали срок службы и в рабочем состоянии их все меньше и меньше. А парк транспортеров не обновляется. Постоянная необходимость перевозить крупнотоннажные грузы по железной дороге с минимальными капиталовложениями за приемлемый срок с одной стороны и ограничения нагрузки на ось с другой создали предпосылки разработки и создания транспортеров нового поколения как самого дешевого вида транспорта при перевозке тяжеловесного, крупногабаритного и длинномерного оборудования.

По конструкции и назначению транспортеры относят к одному из следующих основных типов: платформенный, площадочный, колодезный, сцепной, сочлененный. В рамках каждого типа транспортеры различаются по числу осей, по грузоподъемности и другим техническим характеристикам[1].

Площадочные транспортёры предназначены для перевозки негабаритных грузов, габариты которых делают перевозку или более дорогой или невозможной по железной дороге. Поэтому такие транспортёры имеют пониженную погрузочную площадку благодаря изогнутой форме главной балки, что позволяет понизить индекс негабаритности груза и соответственно стоимость перевозки по железной дороге [2]. Транспортеры площадочного типа бывают 4х,8-ми, 12-ти и 16-тиосные грузоподъемностью от 55 до 225 тонн. Но площадочные транспортеры имеют и существенный недостаток- длина площадки ограничена, что порой не позволяет разместить длинномерные грузы. Но при этом площадочные транспортеры - одни из самых востребованных при перевозке по железной дороге негабаритных и тяжеловесных грузов.

На сегодняшний день существует проблема: парк специализированных вагонов-транспортёров и его техническое состояние находятся в критическом положении. Парк не пополняется, а срок службы имеющихся транспортеров в большей части исчерпан. Проектно-конструкторское технологическое бюро по проектированию и модернизации подвижного состава, пути и искусственных сооружений (ПКТБ) Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна совместно с компанией «УкрТрансАльянс», которая оказывает транспортно-экспедиционные услуги по транспортировке негабаритных грузов весом до 500 тонн из Европы в страны СНГ, активно занимаются решением существующей проблемы. В настоящее время специалистами ПКТБ выполнена опытно-конструкторская разработка ЕАВЖ–014.00.00.00.000 на производство шестнадцатiosного транспортера площадочного типа грузоподъемностью 240 тонн. Новой модели присвоен соответствующий индекс – теперь этот транспортер модели 14-9939. Рассмотрим далее основные конструктивные особенности разработанного транспортера.

Транспортер представлен многоярусной конструкцией (рис. 1). Главная погрузочная несущая рама через сферические пятники опирается на две промежуточные балки, каждая из которых в свою очередь при помощи плоских пятников опирается на две четырехосные тележки.



Рис. 1. 3D-модель транспортера. Вид сбоку

Рама несущая выполнена в форме изогнутого бруса с пониженной погрузочной площадкой и имеет балочную конструкцию, сваренную из листового проката (рис. 2). Рама несущая образована продольными балками двутаврового профиля, соединенных между собой диафрагмами по всей длине.

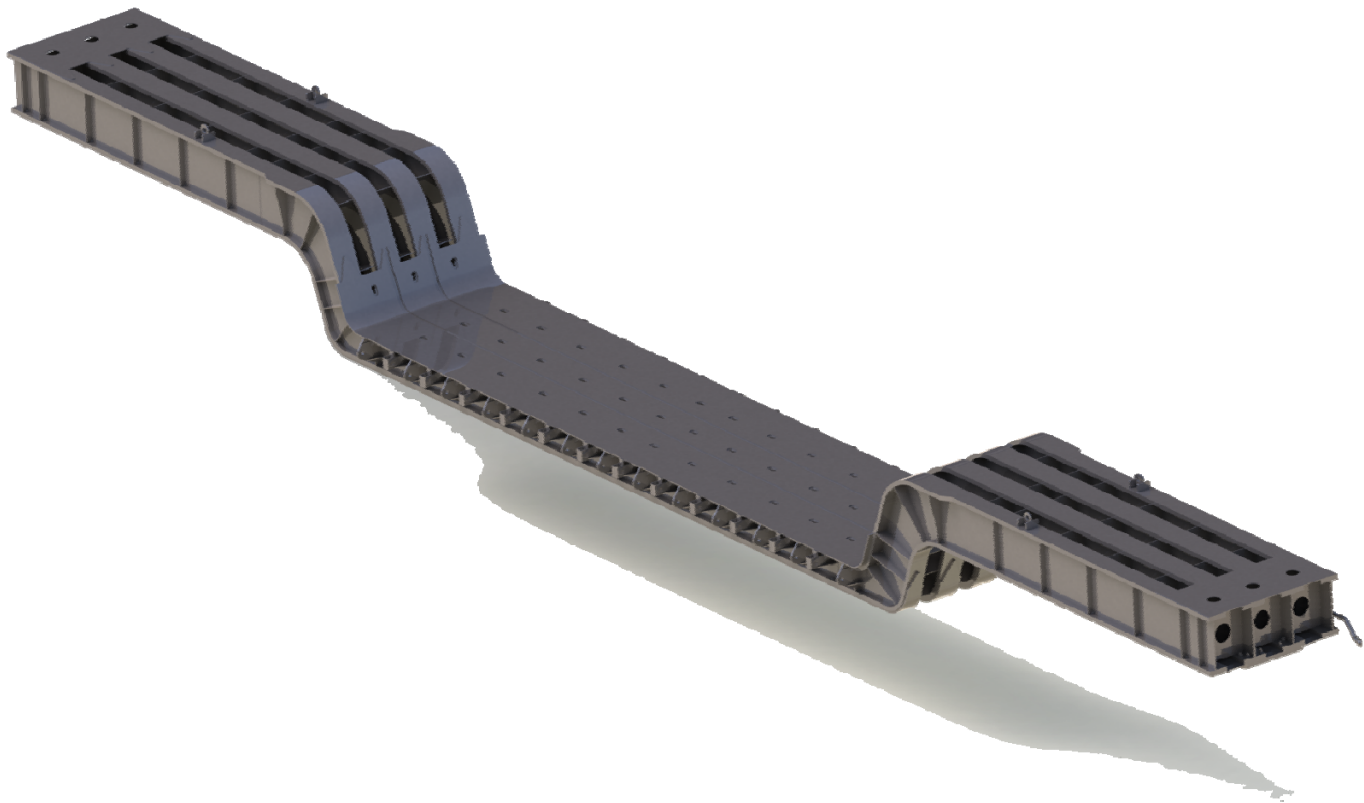


Рис. 2. 3D-модель несущей рамы транспортера

Промежуточная рама транспортера имеет коробчатое сечение, выполнена из листового проката (рис. 3).

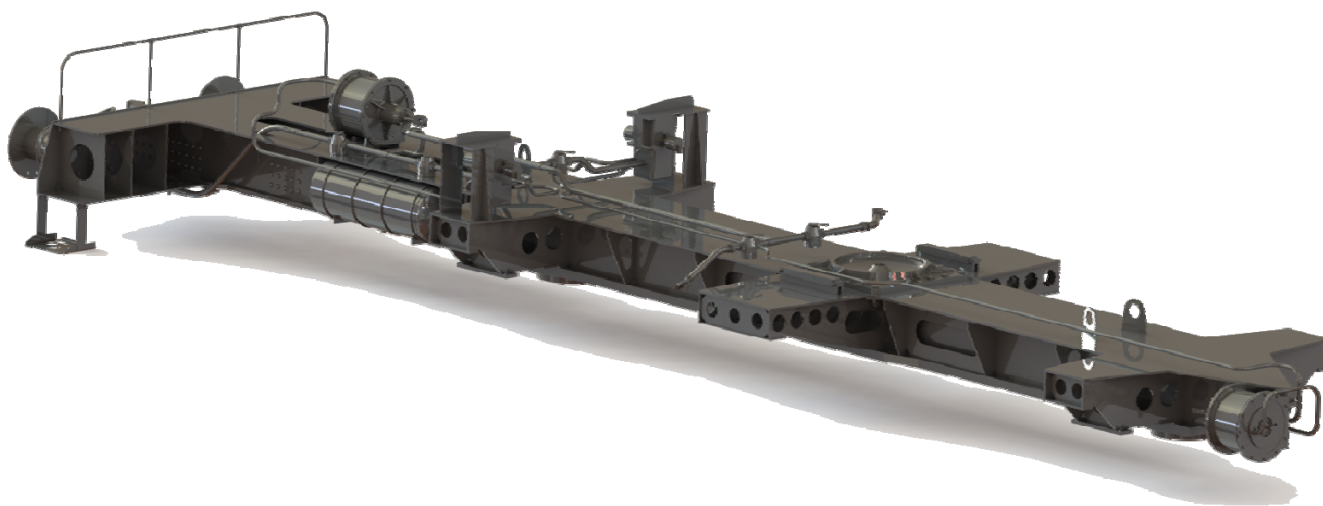


Рис. 3 3D-модель промежуточной рамы транспортера

Основные параметры и технические характеристики транспортера, определяющие его основные функции, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные параметры и размеры транспортера

№ п/п	Наименование параметра и размера	Единица измерения	Значение показателя
1	2	3	4
1	Ширина колеи	мм	1520/1435
2	Грузоподъемность	т	240
3	Масса тары, не более	т	123,5
4	Нагрузка от колесной пары на рельс	кН (Тс)	230,5 (23,5)
5	База транспортера	мм	24800
6	Длина транспортера по осям сцепления автосцепок	мм	40180
7	Размеры погрузочной площадки: - длина - ширина - высота от уровня головок рельс до верхнего листа несущей рамы	мм	10500 2400 900 (734±2*)
8	Тип тележки	-	Модель 18-101
9	Количество осей	шт	16
10	Количество тормозных осей	шт	16
11	Количество тележек	шт	4
12	Габарит по ГОСТ 9238	-	1-ВМ
13	Конструкционная скорость транспортера груженого порожного	км/ч	120 120
14	Высота от уровня головок рельс до оси автосцепки	мм	1060±20
15	База концевой балки группы тележек	мм	6250
16	База тележки	мм	3200±8
*Размер указан для нагруженного транспортера.			

Транспортер спроектирован с учетом следующих требований:

- регламентированных современных и перспективных условий эксплуатации и обеспечения безопасности движения;
- необходимой прочности и коррозионной стойкости элементов конструкции;
- обоснованных требований к надежности, в том числе безотказности, долговечности и ремонтпригодности;

- рационального снижения собственной массы конструкции, экономного использования материалов на изготовление, эксплуатацию и ремонт;
- целесообразной унификации конструкций путем применения стандартных и типовых элементов и деталей, особенно ходовых частей, автотормозных и автосцепных устройств;
- наибольших удобств и наименьших расходов при эксплуатации, обслуживании и ремонте;
- инструкции по перевозке негабаритных и тяжеловесных грузов, правил технической эксплуатации, правил техники безопасности, противопожарных требований, а также требований к сохранности перевозимых грузов [3].

Транспортер модели 14-9939, спроектированный ПКТБ ДНУЖТ, имеет ряд преимуществ по сравнению с другими существующими площадочными транспортерами:

- 1) Грузоподъемность 240 тонн при массе тары 123,5 тонн. Наибольшая грузоподъемность транспортера площадочного типа, который сегодня эксплуатируется на магистральных путях общего назначения (модель 14-6071), составляет 225 тонн при такой же массе тары в 123,5 тонн [4].
- 2) Высота верхнего листа погрузочной площадки от уровня верха головок рельс в порожнем состоянии составляет 1000 мм. Этот же параметр для транспортера модели 14-6071 составляет 1146 мм. Пониженная погрузочная площадка позволяет уменьшить индекс негабаритности груза и соответственно стоимость перевозки по железной дороге.
- 3) При размещении на погрузочной площадке транспортера груз может опираться как по всей его длине в виде равномерно распределенной нагрузки, так и через подкладки в виде сосредоточенных нагрузок [1].
- 4) Транспортер вписан в габарит 1-ВМ по ГОСТ 9238-83, что дает возможность эксплуатировать его как по всей сети железных дорог колеи 1520 (1524) мм, так и по магистральным и ряду других линий железных дорог – членов Организации сотрудничества железных дорог (ОСЖД) колеи 1435 мм, используемых для международных сообщений [5].
- 5) Транспортер предназначен для использования в международном сообщении. Для этого при проектировании применен ряд технических решений, таких как возможность установки буферов, тяговой сцепки, тормозная система, адаптированная для эксплуатации на колее 1435 мм. Конструкция транспортера удовлетворяет требованиям международных правил и соглашений, норм ОСЖД, предписаний МСЖД [3].

При проектировании вагонов и их узлов должна быть обеспечена необходимая несущая способность всех элементов, предназначенных для восприятия эксплуатационных нагрузок. Несущую способность конструкций вагонов оценивают применительно к сочетаниям основных эксплуатационных нагрузок и установленным нормами величинам допускаемых напряжений. По методике [3] выполнена оценка прочности конструкции транспортера. Расчет на прочность проводился с применением программ Pro/ENGINEER, ANSYS, SolidWorks параллельной корректировкой конструкции рам транспортера согласно полученным результатам. Для расчета напряжений использовалась специально разработанная конечно-элементная модель. Оценена прочность конструкции при I (большие продольные силы, отсутствует вертикальная динамическая нагрузка) и III (продольные силы в 2,5 раза меньше, есть вертикальная динамическая и поперечная нагрузка) расчетных режимах (рис. 4). Прочность конструкции транспортера оценивается методом сравнения полученных расчетных напряжений с допускаемыми.

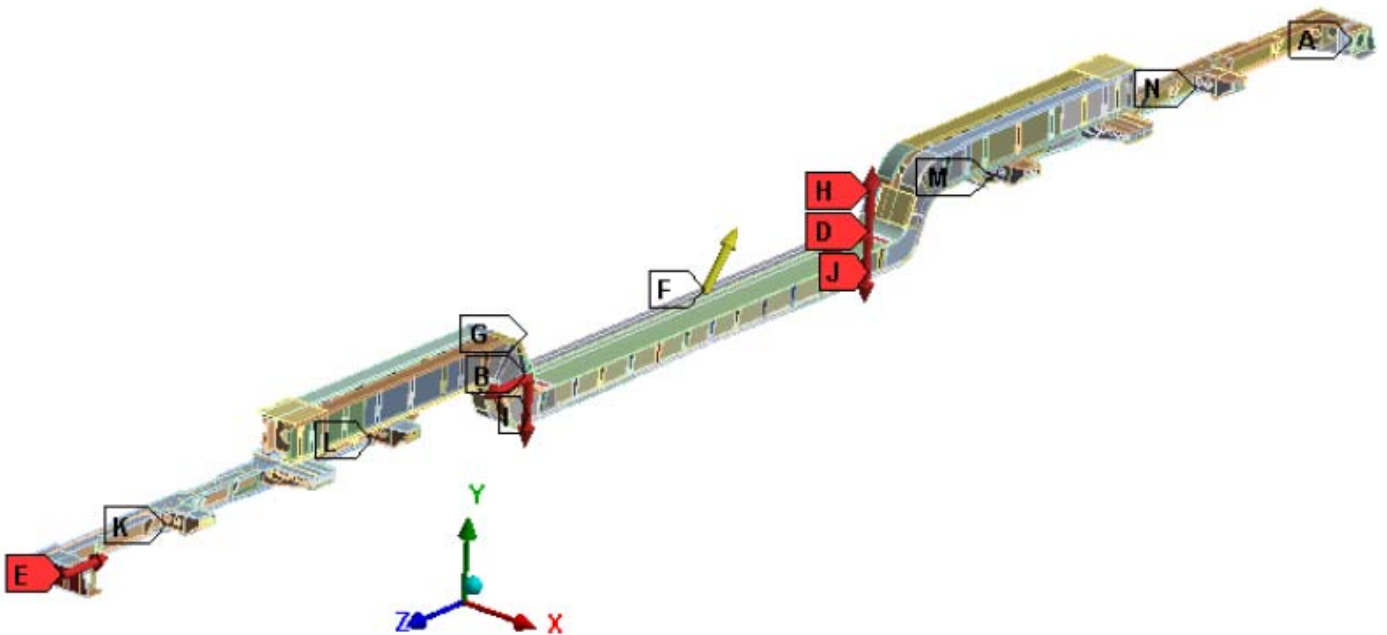


Рис. 4. Расчетная схема (прогиб от собственного веса транспортера и груза с учетом сжимающей силы 3 МН)

Напряжения в главной балке определены при 5 вариантах нагружения (I расчетный режим, растягивающая и сжимающая продольная сила, удар, III расчетный режим, растягивающая и сжимающая продольная сила). Наибольшие напряжения возникают при III расчетном режиме (под действием сжимающей продольной силы 1 МН) в консольных частях балки, где они достигают 370 МПа (рис. 5). Нагруженность балки под грузом существенно меньше, напряжения там не

превышают 160 МПа. Схожим образом распределены напряжения и при прочих вариантах нагружения (самые большие — в консольных частях, на полках под грузом существенно меньше). Из результатов расчета следует, что наибольшие напряжения вызывает вертикальная нагрузка, продольные силы сказываются в значительно меньшей степени.

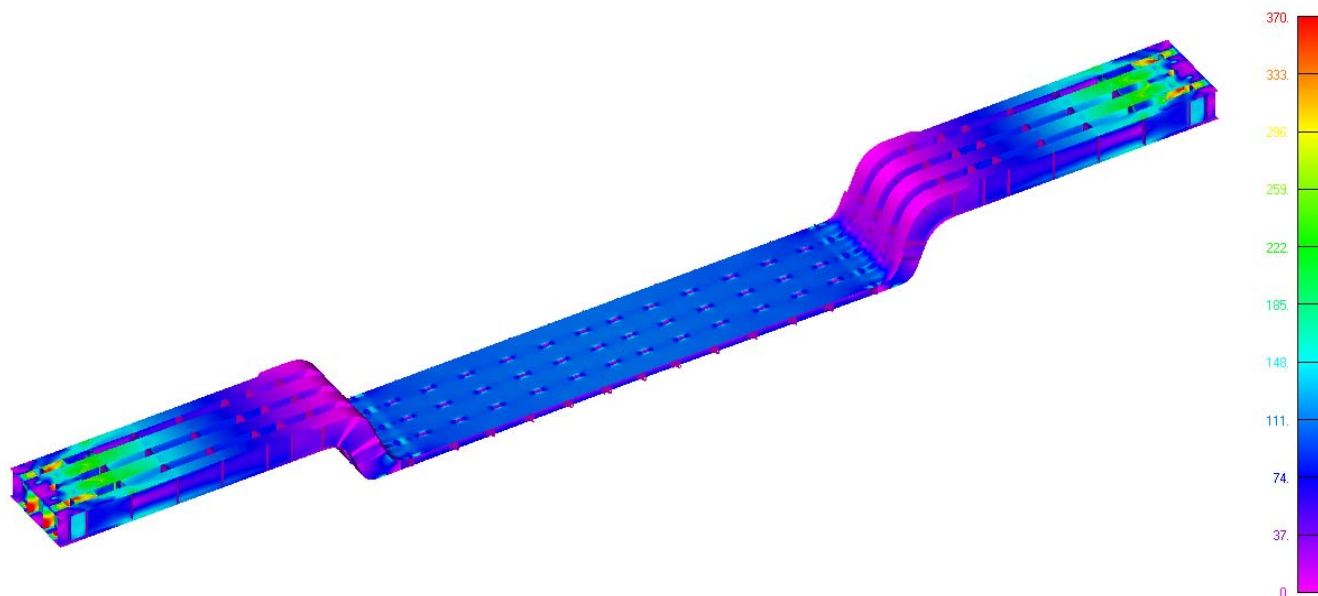


Рис. 5. Напряжения в главной балке, МПа (III расчетный режим, сжимающая продольная сила 1 МН). Вид сверху

Промежуточная балка рассчитана на 9 вариантов нагружения (дополнительные варианты, отличные от вариантов нагружения для главной балки появились из-за того, что пришлось учитывать возможный эксцентриситет приложения нагрузки, а также нагружений продольной силой через буфера). Наибольшие напряжения возникают возле шкворня главной балки при I расчетном режиме (под действием сжимающей квазистатической продольной силы), отмечены значительные напряжения на относительно небольших участках полок в консольной части, где они достигают 400 МПа (рис. 6). При прочих вариантах нагружений напряжения составляют 230 МПа для I и 260 МПа для III расчетного режима.



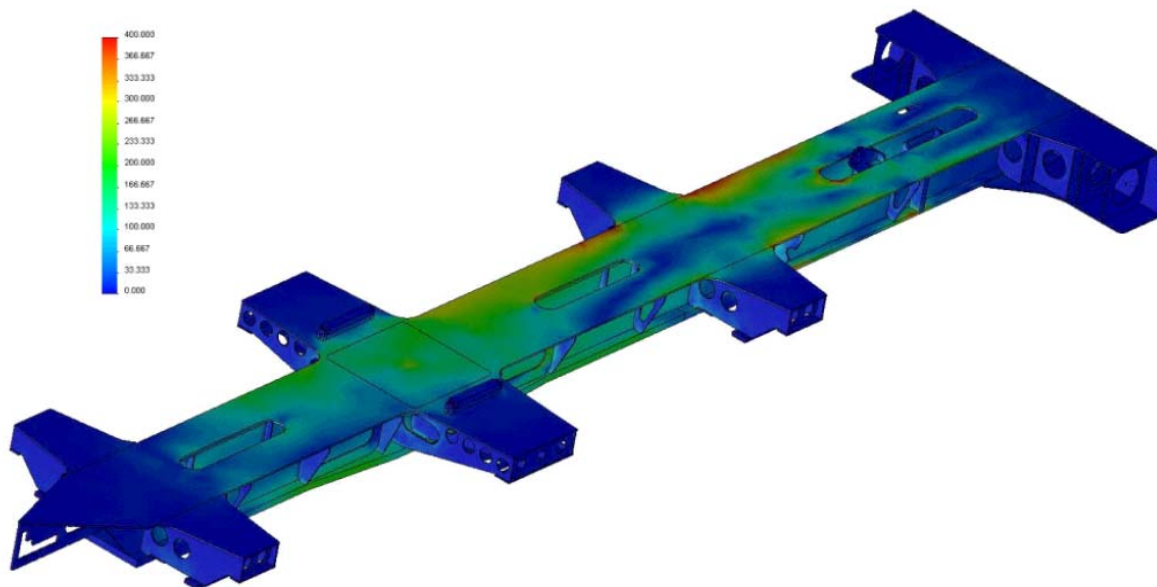


Рис. 6. Напряжения в промежуточной балке, МПа (I расчетный режим, сжимающая сила 2,5 МН). Вид сверху.

По результатам расчета для изготовления балок транспортера рекомендуется использовать стали с пределом текучести более 400 МПа.

Большое внимание было уделено методике выполнения расчета. Для проверки достоверности полученных результатов по выбранной методике был использован транспортер грузоподъемностью 225 т, модель 14-6071[5]. Для проведения эксперимента транспортер нагружается массой 222 т и выполнены замеры прогибов несущей рамы в 24 точках, после чего проведена сравнительная оценка экспериментальных значений прогибов с расчетными, полученными при соответствующем нагружении 3D-модели транспортера, грузоподъемностью 225 т (рис. 7). Сравнительная оценка экспериментальных и расчетных данных показывает, что погрешность выбранной методики расчета составляет 5-10%.

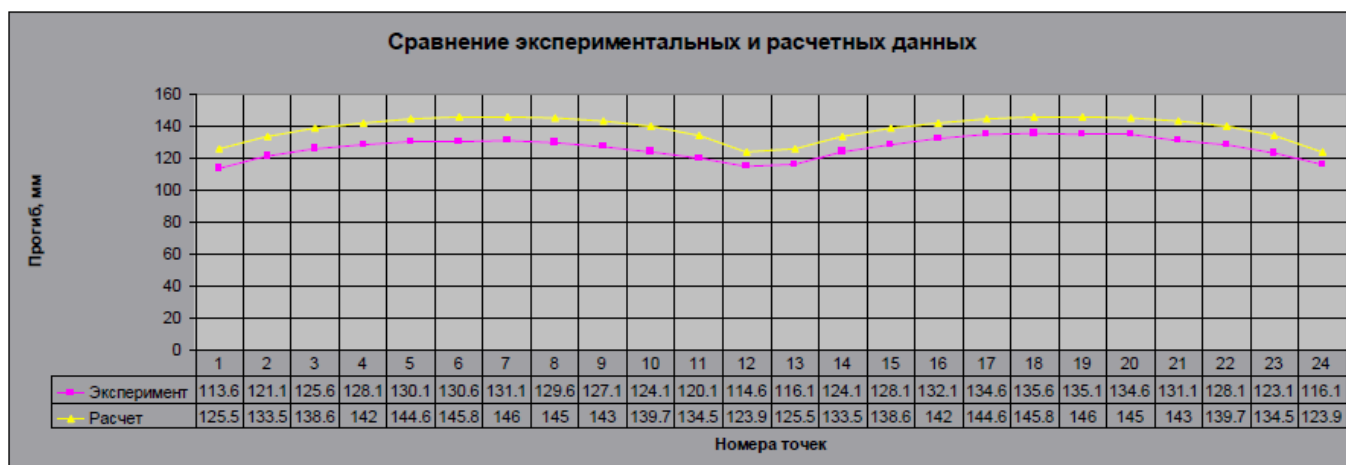


Рис. 7. График изменения величины прогиба несущей рамы транспортера для соответствующих точек (экспериментальные и расчетные данные)

Результаты расчетов свидетельствуют о достаточных прочностных качествах металлоконструкции с учетом всех режимов нагружения.

Таким образом, опытно-конструкторская работа ПКТЬ ДНУЖТ «Транспортер шестнадцатитонный грузоподъемностью 240 тонн» выполнена с учетом всех требований действующих норм. Результаты теоретических исследований прочностных характеристик разработанного транспортера модели 14-9939 свидетельствует о правильности принятых технических решений. Разработанная конструкция успешно прошла также и комплекс приемочных испытаний.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. *Железнодорожные транспортеры* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://rwto.ru/zheleznodorozhnye\\_transportery](http://rwto.ru/zheleznodorozhnye_transportery).
2. *ГОСТ 9238-83. Габариты приближения строений и подвижного состава железных дорог колеи 1520 (1524 мм) [Текст]. – Взамен ГОСТ 9238-73; Введ. с 01.07.84. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 30 с.*
3. *Единые технические условия эксплуатации железнодорожных транспортеров. ЕТУЭ-Т. – К.: ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2009. – 95 с.*
4. *Нормы для расчета и проектирования новых и модернизируемых железнодорожных транспортеров общего назначения колеи 1520 мм. – М.: ВНИИВ: ВНИИЖТ, 1988. – 137 с.*
5. *Каталог по транспортерам железных дорог СССР колеи 1520 мм №161-ПКБ ЦВ. – МПС СССР, 1986. – 320 с.*