



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Рубцовский индустриальный институт (филиал)

федерального государственного бюджетного образовательного

учреждения высшего образования

«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

(РИИ АлтГТУ)

МИХАЙЛЕНКО О.А.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ, ВКЛЮЧАЯ СВАРКУ

**Методические указания к выполнению лабораторных работ для
студентов направления 08.03.01 "Строительство" очного и заочного
обучения**

Рубцовск 2019

УДК 624

Михайленко О.А. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Металлические конструкции, включая сварку" для студентов направления 08.03.01 "Строительство" очного и заочного обучения, Рубцовск, 2019, 26 с.

Содержат указания по выполнению студентами направления подготовки «Строительство» лабораторных работ по дисциплине «Металлические конструкции, включая сварку».

Рассмотрены и одобрены

на заседании каф. СиМ

РИИ АлтГТУ

Протокол № 7 от 07.06.2019

Рецензент:

доцент каф. СиМ

к.т.н., доцент А.А. Денисенко

© Рубцовский индустриальный институт, 2019

Содержание:

Тема 1. Проведение испытаний по определению механических характеристик стальных образцов.....	4
Тема № 2. Проведение сварочных работ	10
Тема № 3. Исследование работы соединений металлических конструкций. .	14
Тема № 4. Исследование напряженно-деформированного состояния стальной балки.	19
Тема № 5. Исследование напряженно-деформированного состояния стальной конструкции	25

Лабораторные работы

№ темы	Название лабораторных и расчетно-графических работ и их содержание
1	Проведение испытаний по определению механических характеристик стальных образцов
2	Проведение сварочных работ
3	Исследование работы соединений металлических конструкций
4	Исследование напряженно-деформированного состояния стальной балки
5	Исследование напряженно-деформированного состояния стальной конструкции

Тема 1. Проведение испытаний по определению механических характеристик стальных образцов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ СТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА (с использованием разрывной машины или испытательного стенда и метода электрического тензометрирования)

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Экспериментальным путем определить модуль упругости стали и сравнить полученное значение с табличным.

ОБОРУДОВАНИЕ

1. Разрывная машина марки (или испытательный стенд с возможностью подвешивания к образцу грузов)
2. Стальной образец
3. Индикатор часового типа (или тензорезисторы, микропроцессорная тензометрическая система)
4. Штангенциркуль, линейка (при использовании метода электрического тензометрирования, - не нужны)

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗЦА

Материал: сталь Ст 3

Рабочая длина: $l = \underline{\hspace{2cm}}$ мм

Поперечное сечение: круг диаметром $d = 10$ мм

Площадь поперечного сечения образца: $A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 10^2}{4} \approx 78,5 \text{ мм}^2$

ПОЯСНЕНИЯ К РАБОТЕ

При растяжении или сжатии образца до предела пропорциональности $\sigma_{пл}$ материал подчиняется закону Гука. Это значит, что относительная деформация ε , возникающая в образце под действием нагрузки, прямо пропорциональна нормальным напряжениям σ .

$$\sigma = E \cdot \varepsilon, (1)$$

где σ – нормальные напряжения, возникающие в поперечных сечениях образца под нагрузкой;

ε – величина относительной продольной деформации;

E – модуль продольной упругости 1-го рода, или модуль Юнга.

Нормальные напряжения σ при растяжении или сжатии определяются выражением

$$\sigma = \frac{F}{A}, (2)$$

где F – величина продольной нагрузки,

A – площадь поперечного сечения образца.

Если силу F измерять в ньютонах (Н), а площадь сечения в мм^2 , величина

напряжения определится в $\frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$, или в мегапаскалях (МПа).

Величина относительной продольной деформации ε равна отношению абсолютной деформации Δl к первоначальной длине образца l ,

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} (3)$$

Поскольку величина ε безразмерная, модуль продольной упругости

измеряется в тех же величинах, что и напряжение σ , т.е. в $\frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$ или в МПа.

Подставим в формулу (1) закона Гука выражения (2) и (3). Получим:

$$\frac{F}{A} = E \frac{\Delta l}{l}$$

Отсюда значение модуля продольной упругости:

$$E = \frac{F \cdot l}{A \cdot \Delta l} \quad (4)$$

Выражение (4) является основным для опытного нахождения модуля продольной упругости E .

ЗАДАНИЕ

При подготовке к лабораторной работе студент должен:

- знать устройство и принцип работы разрывной машины;
- знать основные виды нагружения бруса;
- знать, какой вид нагружения называется растяжением (сжатием);
- знать закон Гука, зависимости и формулы для расчета напряжений и перемещений;
- знать определение модуля упругости материала и единицы его измерения;
- уметь определять по диаграмме растяжения предел пропорциональности;
- уметь выполнять расчеты по определению модуля упругости стали;
- ответить на контрольные вопросы;
- правильно оформить отчет по лабораторной работе.

РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ

В работе важно нагружать образец таким образом, чтобы возникающие в его поперечных сечениях нормальные напряжения σ не превысили предела пропорциональности $\sigma_{\text{плц}}$. Для стали Ст 3, из которой изготовлен образец,

$$\sigma_{\text{плц}} = 200 \text{ МПа.}$$

Это значит, что наибольшая нагрузка на образец диаметром $d = 10$ мм и площадью сечения $A = 78,5$ мм² не должна превышать

$$F_{\max} \leq A \cdot \sigma_{\text{пл}} = 78,5 \cdot 200 = 15700 \text{ Н } (\approx 1570 \text{ кгс})$$

Установим наибольшую нагрузку на образец, равную

$$F_{\max} = 15500 \text{ Н, или } 1550 \text{ кгс.}$$

Поскольку сталь является материалом изотропным, слова «модуль продольной упругости» заменим на «модуль упругости», так как для стали модуль продольной и поперечной упругости являются одинаковыми.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

1. Установить образец в разрывную машину УММ – 5. Стрелки указателя нагрузки и индикатора часового типа установить на «0» (рис. 1а).
2. Включить машину и, постепенно увеличивая нагрузку на образец, довести ее до значения, равного 15500 Н (1550 кгс).
3. Остановить нагрузку и снять показание индикатора (рис. 1б).
4. Определить значение модуля упругости стали по формуле (4):

$$E = \frac{F \cdot \ell}{A \cdot \Delta \ell}$$

5. Сравнить полученное значение E с табличным значением модуля упругости стали, равным

$$E_{\text{ст}} = (1,9 \dots 2,1) \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

6. Сделать выводы.

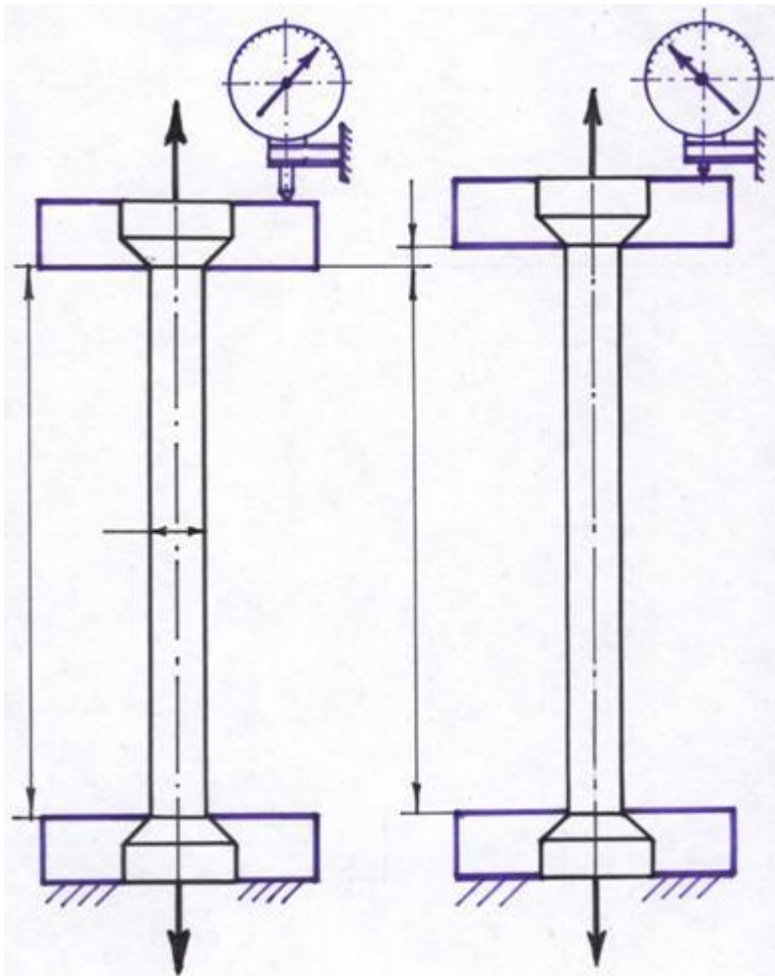


Рис. 1а Рис. 1б

Начало работы. Нагрузка на образец 15500 Н.

Образец закреплен К образцу приложена нагрузка F.

в испытательной машине. Удлинение образца Δl

Стрелки индикаторов устано-
влены на отметках «0».

1 – образец; 2 – нижняя траверса; 3 – верхняя траверса;

4 – индикатор часового типа; 5 – кронштейн.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Удлинение образца при нагрузке $F_{\max} = \text{Н}$, или кГс составило

$$\Delta l = \dots\dots\dots \text{мм}$$

2. Модуль упругости стали, определенный экспериментально с использованием формулы (4):

$$E = \frac{F \cdot l}{A \cdot \Delta l} = \dots\dots\dots \text{МПа}$$

3. Сравнение полученного результата с табличным значением модуля упругости стали $E_{ст} = 2 \cdot 10^5$ МПа.

ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ

Нагрузка F, Н.	Диаметр d образца, мм	Площадь поперечного сечения A, мм ²	Первоначальная длина образца l, мм	Величина абсолютной деформации Δl, мм	Значение модуля упругости стали E, МПа

ВЫВОД

Модуль упругости (модуль Юнга) E стали получился близким к табличному значению $E_{ст} = 2 \cdot 10^5$ МПа. Значит, эксперимент и расчет были выполнены правильно.

Тема 2. Проведение сварочных работ

Лабораторная работа предполагает возможную экскурсию на участок выполнения сварочных работ и практическое участие в процессе сварки.

При этом следует соблюдать требования по технике безопасности.

Нарушение техники безопасности при проведении сварочных работ часто приводит к самым печальным последствиям – пожарам, взрывам и как следствие травмам и гибели людей.

Так же при сварке возможны следующие травмы – поражение электрическим током, ожоги от шлака и капель металла, травмы механического характера.

Для предотвращения всех этих положений важно неукоснительно соблюдать меры предосторожности.

1. Надежная изоляция всех, проводов, связанных с питанием источника тока и сварочной дуги, устройство геометрически закрытых включающих устройств, заземление корпусов сварочных аппаратов. Заземлению подлежат: корпуса источников питания, аппаратного ящика, вспомогательное электрическое оборудование. Сечение заземляющих проводов должно быть не менее 25 мм². Подключением, отключением и ремонтом сварочного оборудования занимается только дежурный электромонтер. Сварщикам запрещается производить эти работы.

2. Применение в источниках питания автоматических выключателей высокого напряжения, которые в момент холостого хода разрывают сварочную цепь и подают на держатель напряжение 12 В.

3. Надежное устройство электрододержателя с хорошей изоляцией, которая гарантирует, что не будет случайного контакта токоведущих частей электрододержателя со свариваемым изделием или руками сварщика (ГОСТ 14651-69). Электрододержатель должен иметь высокую механическую прочность и выдерживать не менее 8000 зажимов электродов.

4. Работа в исправной сухой спецодежде и рукавицах. При работе в тесных отсеках и замкнутых пространствах обязательно использование резиновых галош и ковриков, источников освещения с напряжением не выше 6-12 В.

5. При работе на электронно-лучевых установках предотвращение опасности поражения лучами жесткого рентгеновского (почти полное) поглощение

вредных излучении, связанных с горением дуги. Особую опасность в смысле поражения глаз представляет световой луч квантовых генераторов (лазеров) так как даже отраженные лучи лазера могут вызвать тяжелое повреждение глаз и кожи. Поэтому лазеры имеют автоматические устройства, предотвращающие такие поражения, но при условии строгого соблюдения производственной инструкции операторами-сварщиками, работающими на этих установках.

Защитные стекла, вставленные в щитки и маски, снаружи закрывают простым стеклом для предохранения их от брызг расплавленного металла. Щитки изготавливают из изоляционного металла - фибры, фанеры и по форме и размерам они должны полностью защищать лицо и голову сварщика (ГОСТ 1361-69).

Для ослабления резкого контраста между яркостью дуги и малой яркостью темных стен (кабины) последние должны быть окрашены в светлые тона (серый, голубой, желтый) с добавлением в краску окиси цинка с целью уменьшения отражения ультрафиолетовых лучей дуги, падающих на стены.

При работе вне кабины для защиты зрения окружающих, работающих сварщиков и вспомогательных рабочих должны применяться переносные щиты и ширмы.

Предотвращение опасности поражения брызгами расплавленного металла и шлака. Образующиеся при дуговой сварке брызги расплавленного металла имеют температуру до 1800 град. С. при которой одежда из любой ткани разрушается. Для защиты от таких брызг обычно используют спецодежду (брюки, куртку и рукавицы) из брезентовой или специальной ткани. Куртки при работе не следует вправлять в брюки, а обувь должна иметь гладкий верх, чтобы брызги расплавленного металла не попадали внутрь одежды, так как в этом случае возможны тяжелые ожоги.

Для защиты от соприкосновения с влажной, холодной землей и снегом, а также с холодным металлом при наружных работах и в помещении сварщики должны обеспечиваться теплыми подстилками, матами, подколениками и подлокотниками из огнестойких материалов с эластичной прослойкой.

Предотвращение отравления вредными газами и аэрозолями, выделяющимися при сварке. Высокая температура дуги (6000- 8000° С) неизбежно приводит к тому, что часть сварочной проволоки, покрытий,

флюсов переходит в парообразное состояние. Эти пары, попадая в атмосферу цеха, конденсируются и превращаются в аэрозоль конденсации, частицы которой по дисперсности приближаются к дымам и легко попадают в дыхательную систему сварщиков. Эти аэрозоли представляют главную профессиональную опасность труда сварщиков. Количество пыли в зоне дыхания сварщика зависит главным образом от способа сварки и свариваемых материалов, но в известной степени определяется и типом конструкций. Химический состав электросварочной пыли зависит от способов сварки и видов основных и сварочных материалов.

Существуют строгие требования в области вентиляции при сварочных работах. Для улавливания сварочного аэрозоля на стационарных постах, а где это возможно, и на нестационарных нужно устанавливать местные отсосы в виде вытяжного шкафа вертикальной или наклонной панели равномерного всасывания стола с подрешеточным отсосом и др. При сварке крупногабаритных серийных конструкций на кондукторах, манипуляторах и т. п. местные отсосы необходимо встраивать непосредственно в эти приспособления. При автоматической сварке под флюсом, в защитных газах, электрошлаковой сварке применяют устройства с местным отсосом газов.

При использовании баллонов со сжатыми газами необходимо соблюдать установленные меры безопасности: не бросать баллоны, не устанавливать их вблизи нагревательных приборов, не хранить вместе баллоны с кислородом и горючими газами, баллоны хранить в вертикальном положении. При замерзании влаги в редукторе баллона с CO₂ отогревать его только через специальный электроподогреватель или обкладывая тряпками, намоченными в горячей воде. Категорически запрещается отогревать любые баллоны со сжатыми газами открытым пламенем, так как это почти неизбежно приводит к взрыву баллона.

При производстве сварочных работ на емкостях, ранее использованных, требуется выяснение типа хранившегося продукта и наличие его остатков. Обязательна тщательная очистка сосуда от остатков продуктов и 2-3-кратная промывка 10%-ным раствором щелочей, необходима также последующая продувка сжатым воздухом для удаления запаха, который может вредно действовать на сварщика.

Категорически запрещается продувать емкости кислородом, что иногда пытаются делать, так как в этом случае попадание кислорода на одежду и

кожу сварщика при любом открытом источнике огня вызывает интенсивное возгорание одежды и приводит к ожогам со смертельным исходом.

Взрывоопасность существует и при выполнении работ в помещениях, имеющих большое количество пылевидных органических веществ (пищевой муки, торфа, каменного угля). Эта пыль при определенной концентрации может давать взрывы большой силы. Помимо тщательной вентиляции для производства сварочных работ в таких помещениях требуется специальное разрешение пожарной охраны.

Предотвращение пожаров от расплавленного металла и шлака. Опасность возникновения пожаров по этой причине существует в тех случаях, когда сварку выполняют по металлу, закрывающему дерево либо горючие изоляционные материалы, на деревянных лесах, вблизи легко воспламеняющихся материалов и т. п. Все указанные варианты сварки не должны допускаться.

Предотвращение травм, связанных со сборочными и транспортными операциями (травмы механического характера). Важное значение имеет внедрение комплексной механизации и автоматизации, что значительно уменьшает опасность травм такого рода.

Основные причины травматизма при сборке и сварке: отсутствие транспортных средств для транспортировки тяжелых деталей и изделий; неисправность транспортных средств; неисправность такелажных приспособлений; неисправный инструмент: кувалды, молотки, гаечные ключи, зубила и т. п., отсутствие защитных очков при очистке швов от шлака; отсутствие спецодежды и других защитных средств.

Меры безопасности в этом случае: все указанные средства и инструменты следует периодически проверять; такелажные работы должны производить лица, прошедшие специальный инструктаж; от рабочих необходимо требовать соблюдения всех правил по технике безопасности, включая работу в спецодежде, рукавицах; использование средств индивидуальной вентиляции (где это необходимо) и т. д. Важное значение имеет внедрение комплексной механизации и автоматизации, что значительно уменьшает опасность травм такого рода.

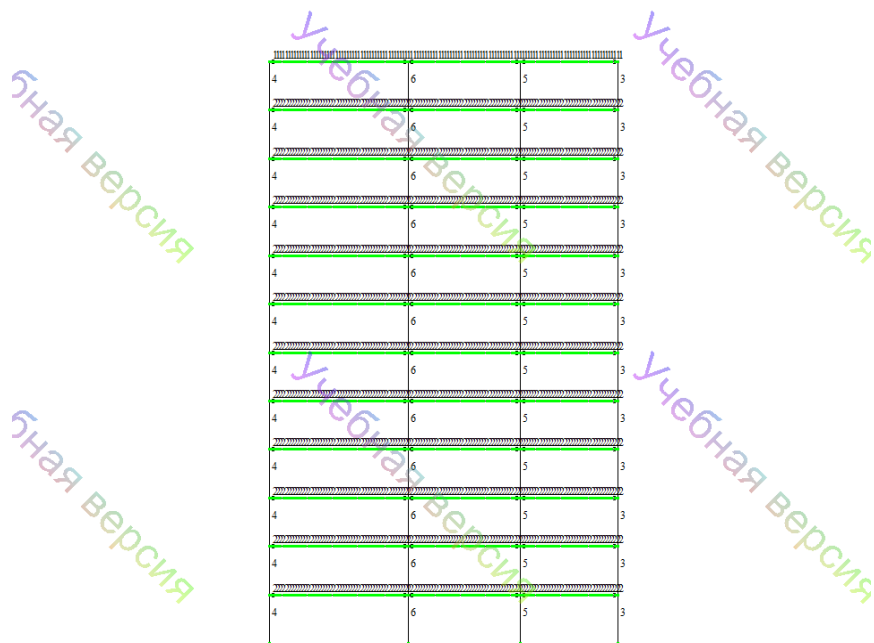
Чтобы было удобно работать сварщикам нужно соблюдать следующие рекомендации

1. Сборку и сварку крупногабаритных секций следует выполнять на специализированных местах, постелях, стендах, при этом должны быть обеспечены достаточные проходы с каждой стороны конструкции.
2. При сварке объемных секций на высоте необходимо устраивать леса с расположением сварочного оборудования вне рабочего места сварщика.
3. Все оборудование, которое при неисправном состоянии может оказаться под напряжением, должно иметь индивидуальное заземление с выводом к общему защитному заземлению.
4. Все сварочные установки должны находиться под наблюдением наладчика-монтера. Исправлять дефекты электросварочного оборудования имеет право только монтер-наладчик.
5. При сварке крупногабаритных изделий следует применять защитные щиты-ширмы, ограждающие место сварки со стороны общих проходов.

Тема 3. Исследование работы соединений металлических конструкций (на примере узлов металлических конструкций в системе Лир-СТК)

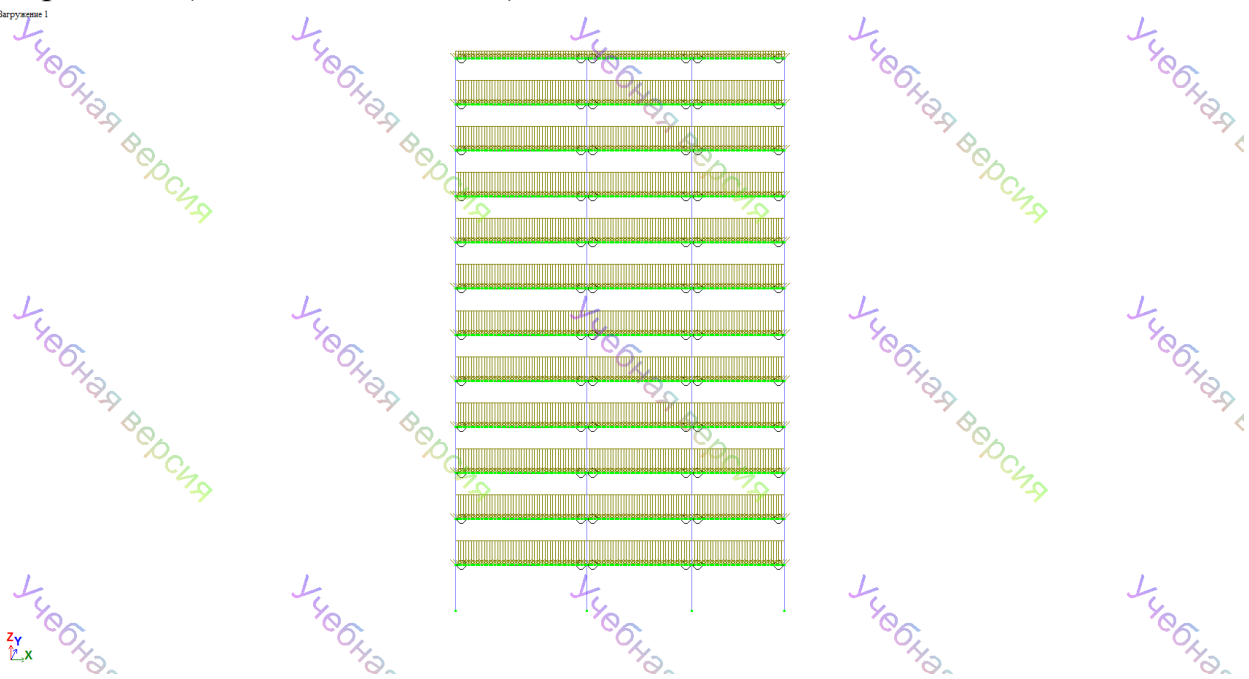
Дана расчетная схема. В ПК Лира создаем расчетную стержневую модель многоэтажной стальной рамы. Количество этажей – 12, шаг - 6 м, высота этажа – 3,5 м, пролет: $L_1=10\text{м}$, $L_2=8\text{м}$, $L_3=7\text{м}$ количество пролетов – 3, нагрузка на перекрытие – 650 кг/м^2 , нагрузка на покрытие – 200 кг/м^2 . В качестве элементов балок – двутавр (тип балочный), в качестве колонн - двутавр (тип колонный).

Назначаем связи (на 2,3, узлы по осям X и Z, на 1 и 4 по осям X,Z,UY) и жесткости элементов, учитывая при этом тип элемента.

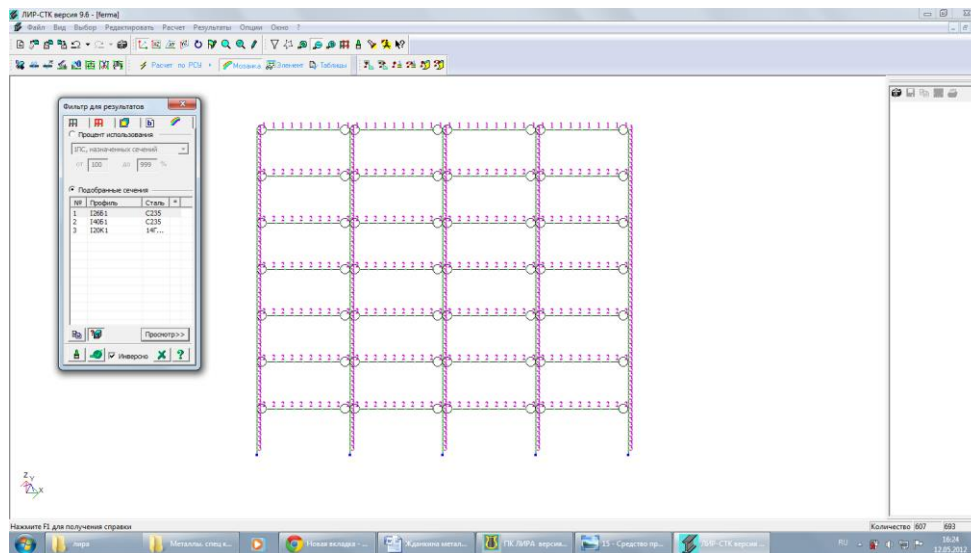


Назначаем нагрузку. Врезаем шарниры. И назначаем дополнительные характеристики (сталь, тип элемента).

Загрузка 1



В среде ЛИР СТК задали дополнительные жесткостные характеристики, а именно указали марку стали, тип элемента. Произвели процедуру объединения КЭ в один конструктивный элемент(главное условие такого объединения заключается в том, что они должны лежать на одной прямой).

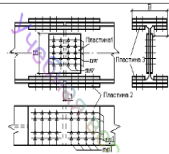


Теперь проверяем по 1 группе (использование несущей способности) и 2 группе(использование жесткостей) предельных состояний.

Далее проектируем узлы конструкции.

Для этого изменяем жесткости элементов на двутавр, выполняем расчет. Заполняем таблицы РСУ и расчет РСУ. Для обоих загружений – постоянное(0). Переходим в ЛИР СТК. Назначаем дополнительные характеристики.

Стык балок.



Узел 957 : Исходные данные

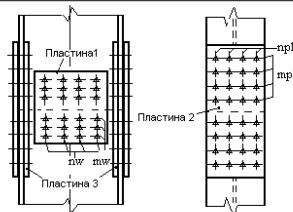
Элемент узла	Свойство	Значение	Единицы измерения
Балка1	Профиль	I20К1,ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	C235,ГОСТ 27772-88	--
Балка2	Профиль	I20К1,ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	C235,ГОСТ 27772-88	--
Болты	Класс прочности	10.9	--
	Диаметр	0.02	м
Пластина 1	Сталь	ВСт3кп2	--
	Ширина	0.13	м
	Длина	0.46	м
	Толщина	0.01	м
Пластина 2	Сталь	ВСт3кп2	--
	Ширина	0.22	м
	Длина	0.14	м
	Толщина	0.01	м
Пластина 3	Сталь	ВСт3кп2	--
	Ширина	0.08	м
	Длина	0.14	м
	Толщина	0.01	м

Узел 957 : Результаты выбора (С Нип II-23-81*)

Параметр	Свойство	Значение	Процент использования, %	Внутренние усилия				
				N, кгс	Mx, кгс*м	Qx, кгс	Mz, кгс*м	Qz, кгс
Болты	Число рядов на поперечнике n _р	2						
	Число стержней на поперечнике n _{ст}	6	97.3	0.000*	1433989.263*	16394.44*	0.000*	0.000*
	Число стержней на поперечнике n _т	1						
	Число стержней на поперечнике n _т	1						
Пластина 1	Толщина l1	0.0 м						
	Размер B	0.1 м	11.3	0.000*	1433989.263*	16394.44*	0.000	0.000
	Размер H	0.2 м						
	Размер L	0.3 м						
Пластина 2	Толщина l2	0.0 м						
	Размер B	0.2 м	21.6	0.000*	1433989.263	16394.443	0.000*	0.000*
	Размер H	0.1 м						
	Размер L	0.0 м						
Пластина 3	Толщина l3	0.0 м						
	Размер B	0.1 м	35.4	0.000*	1433989.263	16394.443	0.000*	0.000*
	Размер H	0.1 м						
	Размер L	0.0 м						
Балка	Толщина стержня	0.0 м	31.5	0.000*	1433989.263*	16394.44*	0.000*	0.000*
	Толщина пазов	0.0 м						
Размер L1	--	0.0 м	--	--	--	--	--	--

* - узлы, участвующие в выборе или проверки соответствующего параметра.

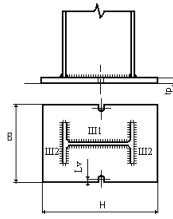
Стык колонн.



Узел 1564 : Исходные данные

Элемент узла	Свойство	Значение	Единицы измерения
Колонна1	Профиль	I20К1,ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	C235,ГОСТ 27772-88	--
Колонна2	Профиль	I20К1,ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	C235,ГОСТ 27772-88	--
Болты	Марка стали	40X "селект"	--
	Диаметр	2.00	см
Пластина 1	Сталь	ВСт3кп2	--
	Ширина	10.00	см
	Длина	14.00	см
	Толщина	0.60	см
Пластина 2	Сталь	ВСт3кп2	--
	Ширина	20.00	см
	Длина	11.00	см
	Толщина	0.60	см
Пластина 3	Сталь	ВСт3кп2	--
	Ширина	8.38	см
	Длина	11.00	см
	Толщина	0.60	см

База колонны (шарнирная).



Узел 1576 : Исходные данные

Элемент узла	Свойство	Значение	Единицы измерения
Колонна	Профиль	I20К1:ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	S235:ГОСТ 27772-88	--
Шов III1	Материал	Марка проволоки Sv-08	--
Шов III2	Материал	Марка проволоки Sv-08	--
Плита	Сталь	ВСт3сп2	--
	Ширина	26.00	см
	Длина	26.00	см
	Толщина	2.00	см
Анкерный болт	Марка стали	ВСт3сп2	--
	Диаметр	2.00	см
Бетон	Класс бетона	B20	--

Узел 1576 : Результаты подбора

Узел 1576 : Результаты подбора

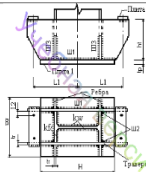
Параметр	Свойство	Значение	Процент использования, %	Внутренние усилия				
				N, тс	Mx, тсм	Qz, тс	Mz, тсм	Qy, тс
Плита	Толщина tф	2.0 см	26.3	-32.955*	0.000*	-0.000	-0.079*	0.091
	Длина H	26.0 см						
	Ширина B	26.0 см						
Шов III1	Катег	0.4 см	11.8	-32.955*	0.000	-0.000	-0.079	0.091
Шов III2	Катег	0.4 см	11.8	-32.955*	0.000	-0.000	-0.079	0.091

* - условия, участвующие в подборе или проверке соответствующего параметра.

Примечания:

1. Торцы колонны и поверхность плиты фрезеровать.

База колонны (жесткая).



Узел 26 : Исходные данные

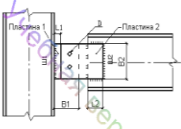
Элемент узла	Свойство	Значение	Единицы измерения
Колонна	Профиль	I20К1:ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	S235:ГОСТ 27772-88	--
Шов III1	Материал	Марка проволоки Sv-08	--
Шов III2	Материал	Марка проволоки Sv-08	--
Транверс	Сталь	ВСт3сп2	--
	Толщина	0.20	м
Шов III3	Материал	Марка проволоки Sv-08	--
	Сталь	ВСт3сп2	--
Ребро	Ширина	0.02	м
	Толщина	0.01	м
Плита 1	Сталь	ВСт3сп2	--
	Ширина	0.26	м
	Длина	0.26	м
	Толщина	0.02	м
Плита 2	Сталь	ВСт3сп2	--
	Ширина	0.13	м
	Длина	0.26	м
	Толщина	0.02	м
Анкерный болт	Марка стали	ВСт3сп2	--
	Диаметр	0.02	м
Бетон	Класс бетона	B30	--

Узел 26 : Результаты подбора (СНиП II-23-81*)

Параметр	Свойство	Значение	Процент использования, %	Внутренние усилия				
				N, кгс	Mx, кгссм	Qz, кгс	Mz, кгссм	Qy, кгс
Плита 1	Толщина tф	0.0 м	0.0	0.000*	0.000	0.000	0.000	0.000
	Длина H	0.3 м						
	Ширина B	0.3 м						
Плита 2	Толщина tф	0.0 м	90.7	0.000*	0.000*	0.000	0.000*	0.000
	Длина H	0.2 м						
	Ширина B	0.1 м						
Транверс	Толщина t	0.0 м	0.0	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000
	Длина	0.3 м						
Ребро	Ширина	0.2 м	0.0	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
	Длина	0.0 м						
Анкерный болт	Коррозия	4	0.0	0.000*	0.000*	0.000	0.000*	0.000
	Катег	0.2 м						
Шов III1	Катег стержня K2	0.0 м	0.0	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
	Катег стержня K1	0.0 м						
Шов III2	Катег	0.3 м	0.0	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000
Шов III3	Катег	0.0 м	0.0	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
Ребер I.1	--	0.0 м	--	--	--	--	--	--
Ребер I.2	--	0.0 м	--	--	--	--	--	--

* - условия, участвующие в подборе или проверке соответствующего параметра.

Примыкание балки к колонне.



Узел 30 : Исходные данные

Элемент узла	Свойство	Значение	Единицы измерения
Балка	Профиль	159Б1 ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	С185 ГОСТ 27770-88	--
Колона	Профиль	206Б1 ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	С185 ГОСТ 27770-88	--
Шов Ш1	Материал	Марка проволоки: Sv-08	--
Шов Ш2	Материал	Марка проволоки: Sv-08	--
Болты	Класс прочности	8.8	--
	Диаметр	0.02	м
Пластина 1	Сталь	ВСт3пш2	--
	Ширина	0.08	м
	Длина	0.51	м
	Толщина	0.01	м
Пластина 2	Сталь	ВСт3пш2	--
	Ширина	0.41	м
	Длина	0.13	м
	Толщина	0.01	м

Узел 30 : Результаты подбора (СНиП П-23-81*)

Параметр	Свойство	Значение	Процент использования, %	Внутренние усилия				
				N, кгс	Mx, кгссм	Qz, кгс	Mz, кгссм	Qx, кгс
Шов Ш1	Катег	0.0 м	17.9	0.000*	0.000	19755.288*	0.000	0.000*
Шов Ш2	Катег	0.0 м	21.1	0.000*	0.000	19755.288*	0.000	0.000*
Пластина 1	Толщина U1	0.0 м	99.8	0.000*	0.000	19755.288*	0.000	0.000*
	Размер H1	0.5 м						
Пластина 2	Толщина U2	0.0 м	99.4	0.000*	0.000	19755.288*	0.000	0.000*
	Размер H2	0.1 м						
Болты	Количество	3	91.5	0.000*	0.000	19755.288*	0.000	0.000*
	Количество верт. дисков	1	--	--	--	--	--	--
Размер L.1	--	0.0 м	--	--	--	--	--	--
Размер L.2	--	0.1 м	--	--	--	--	--	--

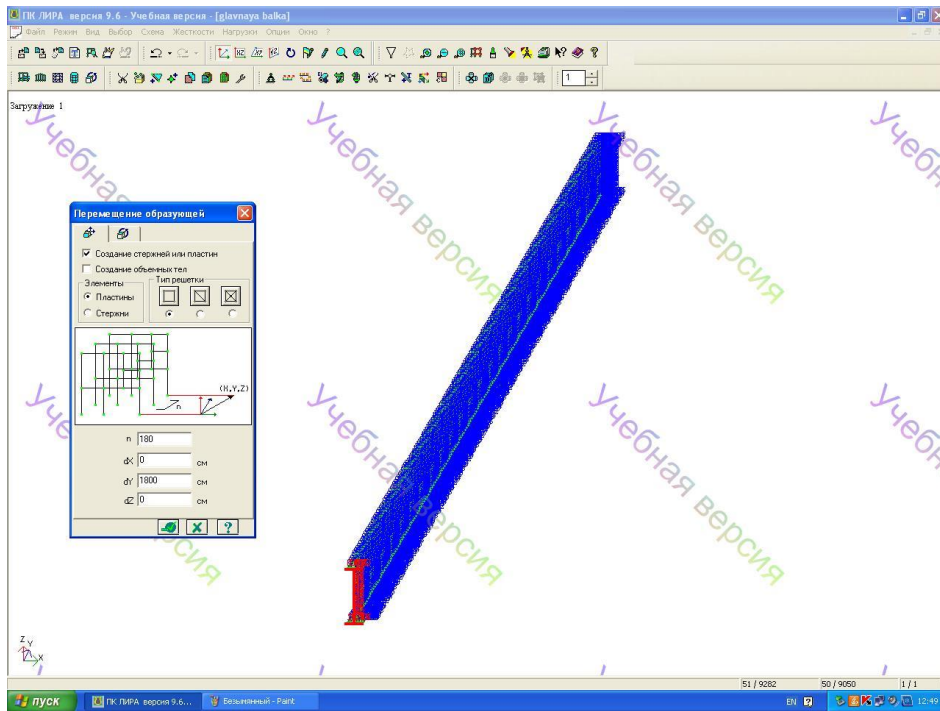
* - условия, участвующие в подборе или проверке соответствующего параметра.

Тема 4. Исследование напряженно-деформированного состояния стальной балки

Цель работы: на основе исходных данных создать пространственную расчетную модель стальной балки, используя пластинчатый конечный элемент – оболочка.

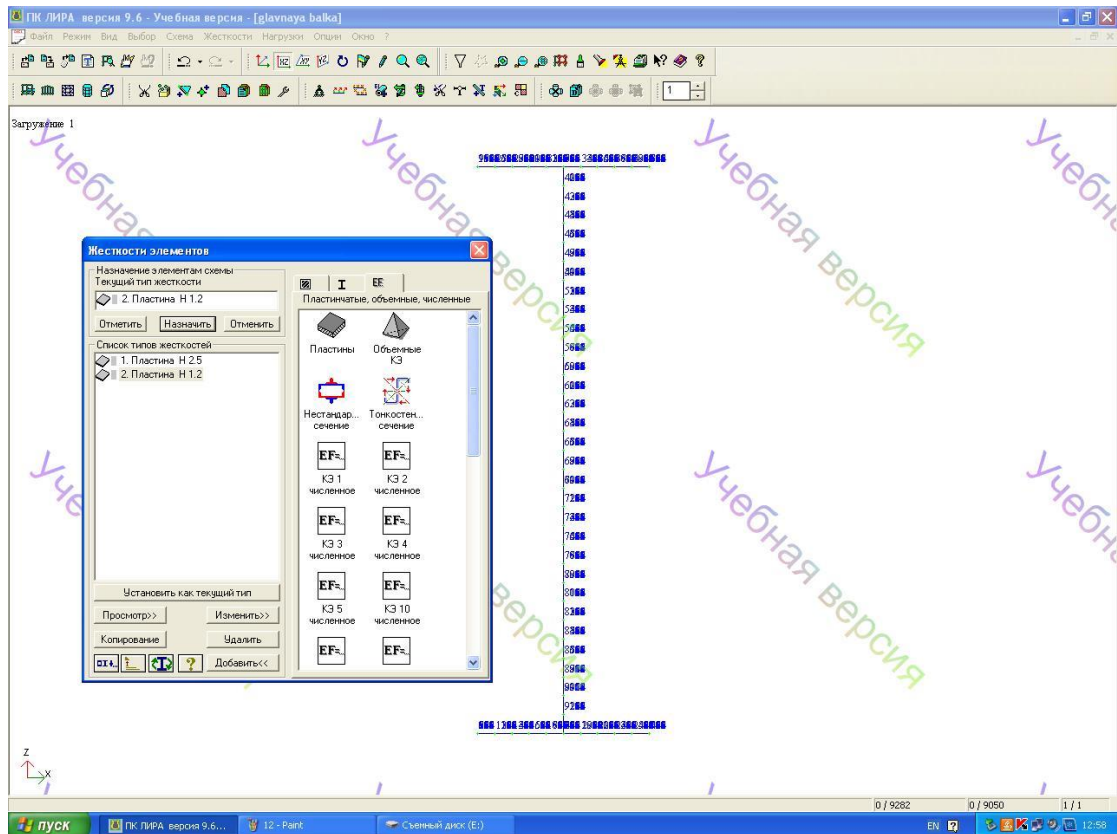
При решении создаем «Файл / новый» указываем имя создаваемой задачи и устанавливаем признак схемы 5 - шесть степени свободы в узле.

В расчетной схеме геометрия пластинчатых элементов создается по срединной плоскости пластины, созданные узлы соединяем стержневыми элементами с 10 типом КЭ. Чтобы создать пластинчатые элементы необходимо выделить все элементы, затем выбираем вкладку на панели инструментов Объект, заданные перемещением или вращением образующей. В появившемся окошке указываем тип создаваемых элементов, их пролет и количество, подтверждаем выбор.



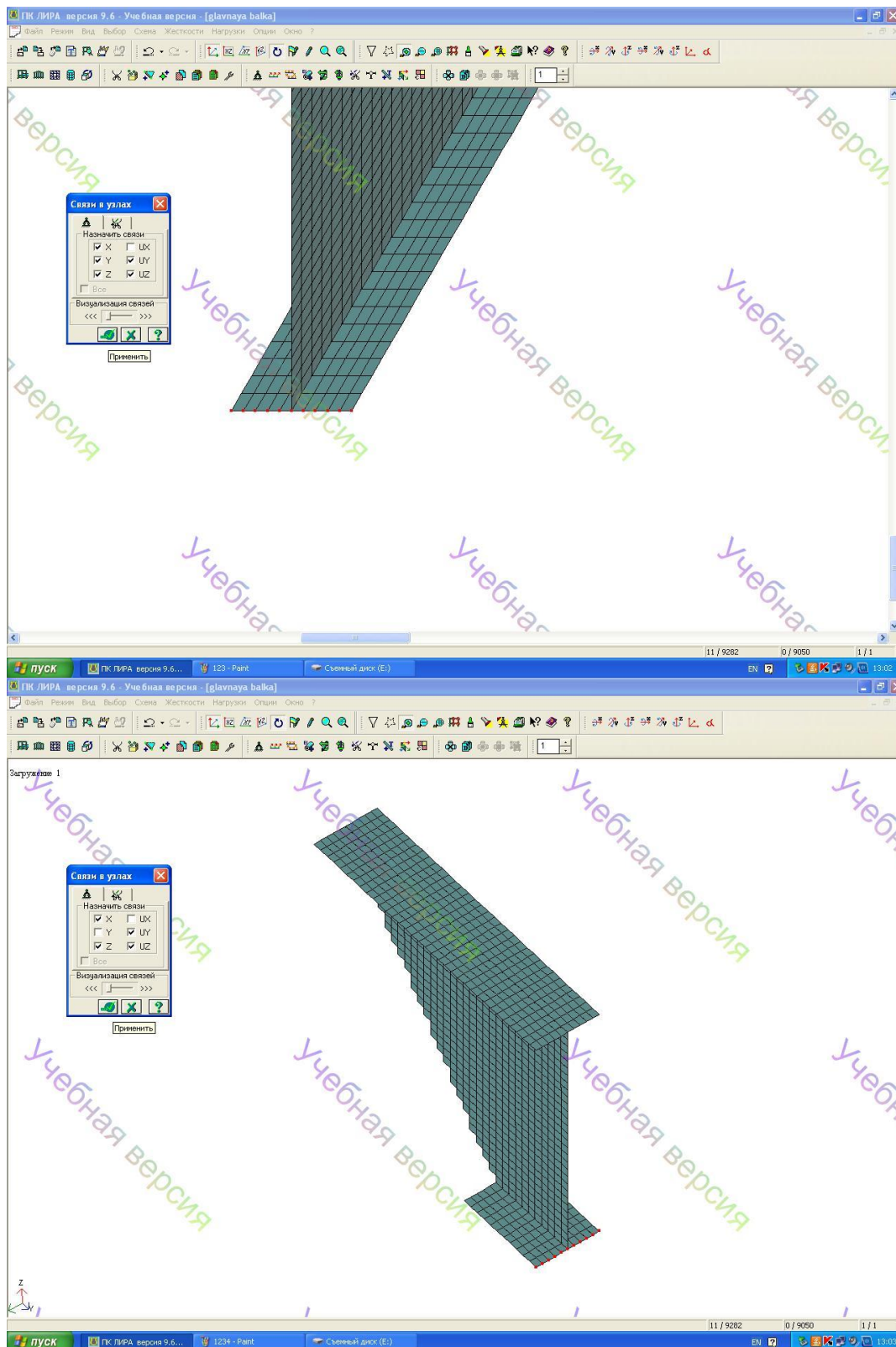
В жесткостных характеристиках пластины задаем модуль упругости материала, коэффициент Пуассона, толщину пластины.

Выделив на схеме все элементы, присваиваем выбранную жесткость всем соответствующим элементам схемы.

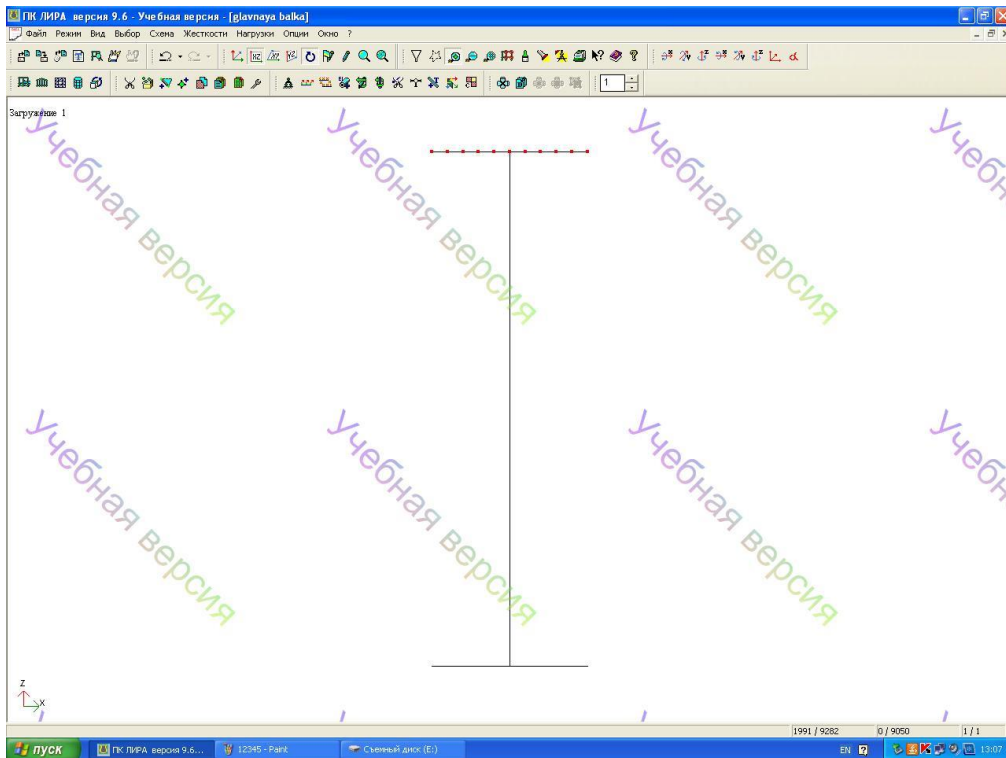


Назначаем закрепления:

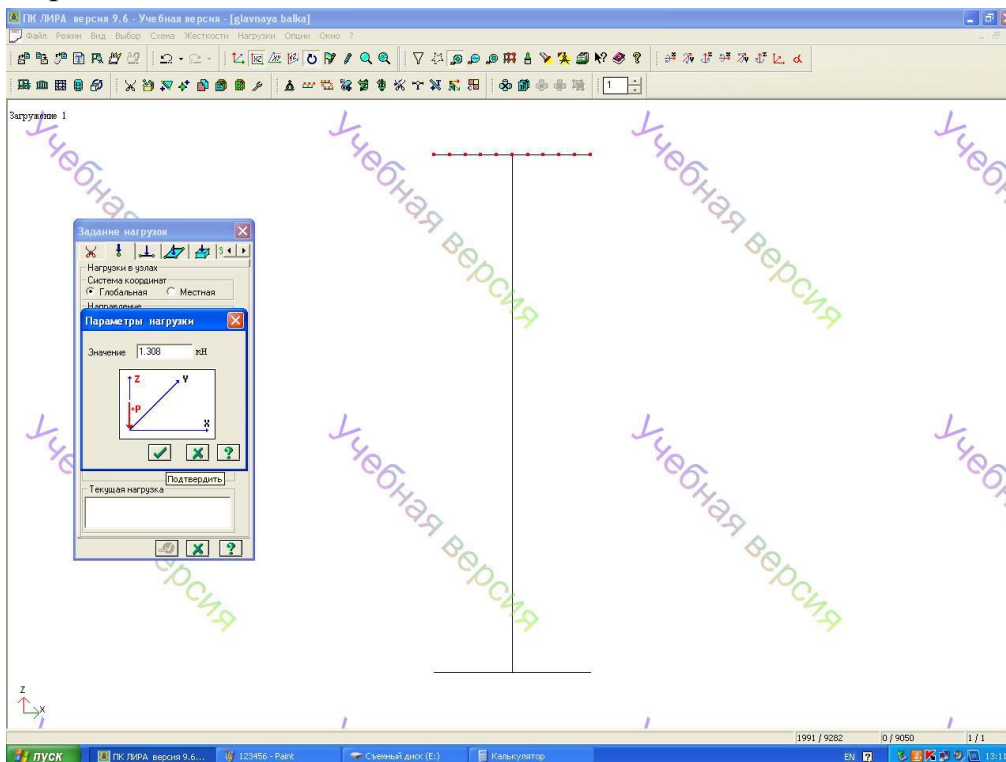
выделяем на схеме передние узлы, выбираем пункт меню **Схема / Связи / связи в узлах**, назначаем связи. Далее проделываем то же самое с другим торцом балки.



Назначаем нагрузку в соответствии с исходными данными. Но не всю поверхность целиком, а разбиваем плоскость на узлы, и назначаем на каждый узел в отдельности.

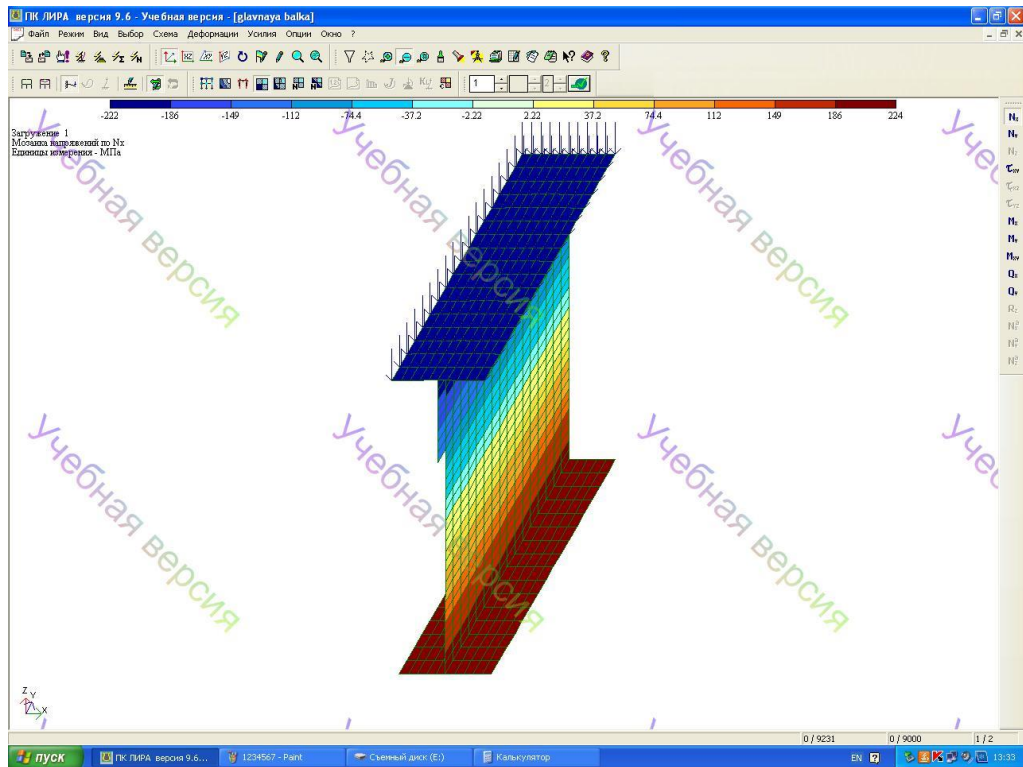


Величину нагрузки рассчитываем в зависимости от того сколько узлов на поверхности.

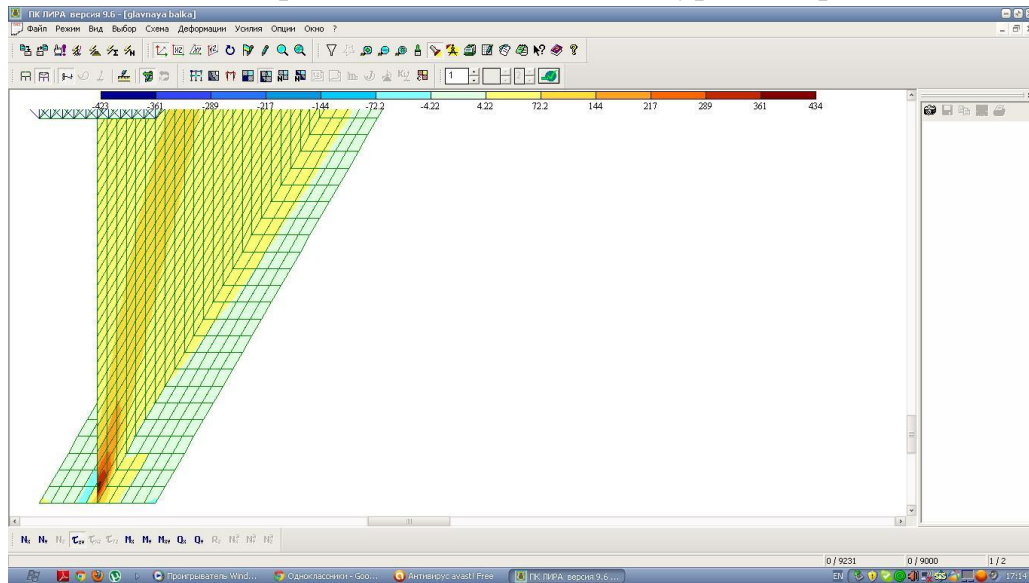


Производим расчет.

Получаем напряжения нормальные $\sigma = 224$ МПа, а в расчете 229 МПа, что очень близко.



Касательные напряжения = 92 МПа, а в курсовом расчете = 84 МПа.



Тема 5. Исследование напряженно-деформированного состояния стальной конструкции.

В программном комплексе LIRA создаем расчетную модель стальной конструкции - фермы

Для этого используем пункт меню – генерация ферм. Выбираем наиболее похожую ферму, задаем размеры. Длина – 36 м, высота в середине пролета – 3,7 м, в опорной стойке – 2,2 м.

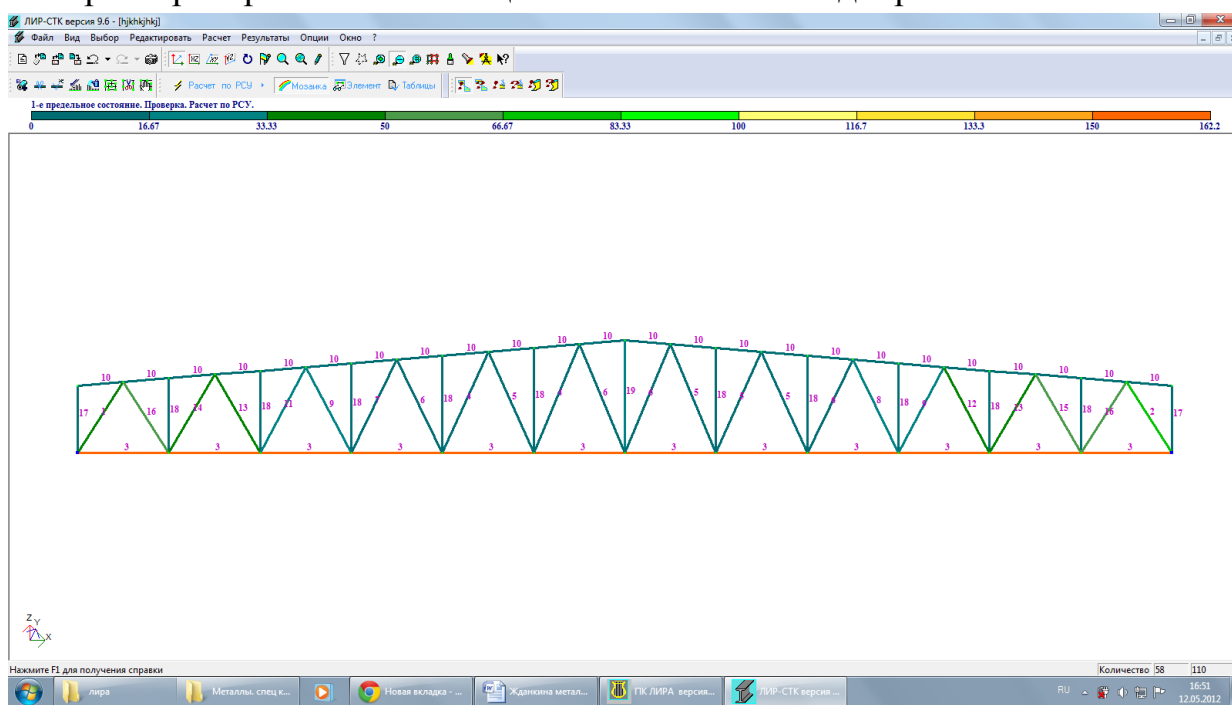
Назначаем жесткости, для этого используем уголки:

- восходящие (140*140);
- нисходящие (125*125);
- верхний пояс (125*125);
- нижний пояс (100*100);
- стойки (100*100).

Назначаем связи на левый узел: X и Z. На правый узел: Z.

Нагрузка на узлы – снеговая = 180 кг/м², и условно постоянная = 300 кг/м². В итоге получаем нагрузку на средние узлы = 63,54 кН, на крайние узлы = 31. 77 кН.

Теперь проверяем с помощью ЛИР СТК подобранные сечения:



Результат ЛИР СТК:

