

узла на основе линейной теории упругости. Определяя перемещения точек произвольно очерченного контура на балке и принимая их за известные перемещения контурных точек накладки, выясняется и напряженное состояние накладки и сварного шва. Деформации и напряжения балки и сварного шва определяются методами сопротивления материалов. Выяснение напряженно-деформированного состояния накладки сводится к решению плоской задачи теории упругости со смешанными граничными условиями при известных перемещениях в точках, лежащих на контуре шва. В других точках контура, где нет жесткого контакта накладки и балки, известны усилия, но неизвестны перемещения. Расчеты выполняются методом конечных элементов в варианте метода перемещений, который обладает большей универсальностью, простотой алгоритмизации и программирования. В качестве конечных элементов используются треугольные с узлами в вершинах треугольников. Положение элементов полностью определяется заданием шести компонентов узловых перемещений. Учет смешанных граничных условий приводит к разделению матриц разрешающих уравнений МКЭ и самих уравнений на две группы, из которых и определяются неизвестные перемещения и усилия в узлах контура накладки. Расчет сварного шва производится по найденным усилиям в узлах контура накладки.

УДК 624.074

Сухарев А.А., Колчунов В.И.

РАСЧЕТ ПАНЕЛЕЙ ПЕРЕКРЫТИЙ МНОГОСВЯЗНОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ

Приводится методика инженерного расчета железобетонных панелей перекрытий многосвязного поперечного сечения, построенная на энергетической основе с применением теории составных стержней в форме метода сил. Расчетная схема панели представлена в виде двухэлементного составного стержня. Получены аналитические выражения для определения изгибающих моментов в каждом из элементов стержня, а также зависимость для определения коэффициента податливости шва ξ . Коэффициент ξ предложено вычислять через изгиб конструкции — легко определяемый экспериментально. Структуры построенных расчетных зависимостей таковы, что сравнительно просто позволяет учитывать в расчете физическую нелинейность и трещиностойкость в железобетоне используя современные физические деформирования железобетонных стержневых элементов, а также учитывать особенности эффекта преднапряжения в рассматриваемых конструкциях.

Сычевский Н., Хомчик П.

ВЛИЯНИЕ ЗАКРЕПЛЕНИЯ НЕЗАГРУЖЕННОГО КОНЦА НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БРУСЬЕВ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

В Польше ширина железнодорожного пути составляет 1435 мм. Применяются рельсы типа S-49 и S-60 (или UIC 60). Брусья для стрелочных переводов являются балками различной длины, в пределах 2200-5000 мм. В последнее время в Польше

началось производство преднапряженных брусьев типа SP-93, которые являются струнобетонными балками постоянного сечения по длине. Применяются упругие скрепления рельсов к брусам, а также рельсов к шпалам типа SKI 12. Скрепления к брусам прикреплены винтами ввинченными в полиэтиленовые дюбеля. Поперечное сечение брусьев трапецевидное с основаниями 260 мм и 290 мм и высотой 210 мм. Вес погонного метра бруса — 152 кг, поверхность поперечного сечения 601 см², а поверхность опирания на балласт — 2999 см²/м. Напрягаемое армирование составляют 12 стальных стержней диаметром 8 мм с механическими анкерами в виде высаженных головок типа ВВКУ. Анкеровку арматуры, в основном, обеспечивают высаженные головки и стальные плиты. Сцепление арматуры с бетоном имеет второстепенное значение. Напрягающее усилие, после учёта потер напряжения равно 551,52 кН. Эксцентриситет равнодействующей напрягающей силы составляет 5 мм ниже центра тяжести поперечного сечения. Брусья изготавливают с бетона марки 50.

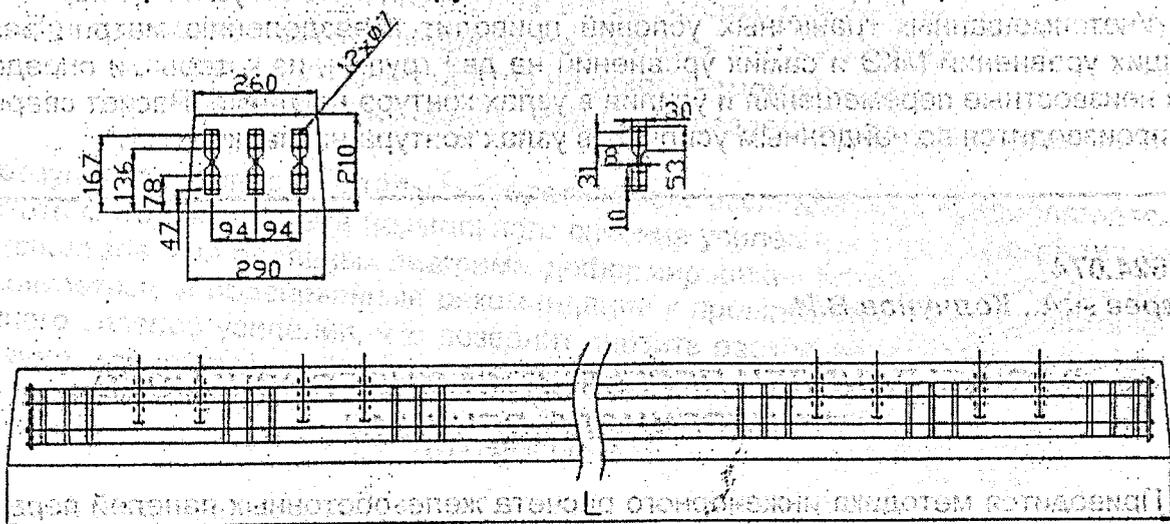


Рис. 1. Преднапряженный брус (типа Sp-93) стрелочных переводов

Расчётную статическую схему бруса принято в виде балки постоянной жёсткости на упругом основании. Коэффициент постели балластного слоя и земляного полотна принято равным $C = 100 \text{ N/cm}^3$. Схему внешней нагрузки принято (согласно требованиям ПКП) в виде сосредоточенных сил [1, 2] вертикальной равной $P = 140,00 \text{ кН}$, горизонтальной $H = 60,00 \text{ кН}$, напрягающая сила с учётом потер равна 551,52 кН. Принято также опирание на балластном слое равномерное на всей длине бруса. В зависимости от местонахождения бруса в переводе меняется схема загрузки. Проведены расчёты (методом конечных элементов) для следующих брусьев: № 28, 39, 50 стрелочного перевода типа RzS49-190-1:9. Фрагмент дискретизации бруса № 39 приведено на рис. 2. Внешнюю нагрузку и напрягающее усилие заменено на узловые силы. Расчёт брусьев проведён при условии не существования других (кроме балластного слоя) элементов ограничивающих перемещение бруса. Брус рассчитано как отдельную балку на упругом основании. В действительности брусья работают вместе с рельсами. Нагрузка действует на левом участке бруса, а правая часть остаётся незагруженной. Незагруженная часть бруса будет перемещаться вверх при всех трёх схемах нагрузки. Перемещение незагруженного правого конца бруса № 39 при правой схеме нагрузки составляет 0,16 см. Перемещение определено при условии невесомости бруса. Собственный вес бруса, а также правый крайний рельс будут противодействовать перемещению правого конца бруса. В связи с жёсткостью рельсов, вес соседних брусьев будет также противодействовать перемещениям бруса.

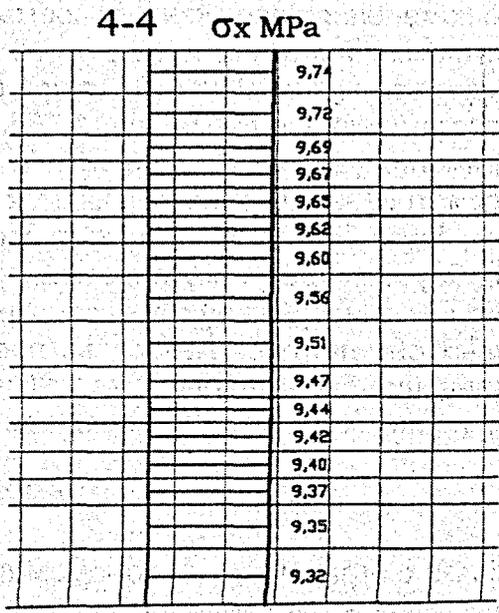
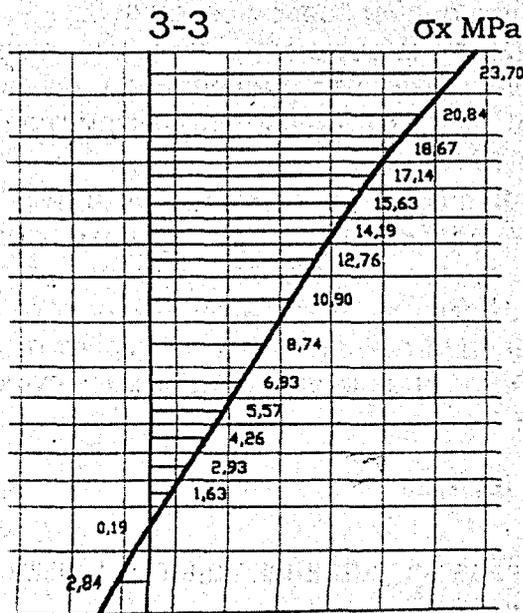
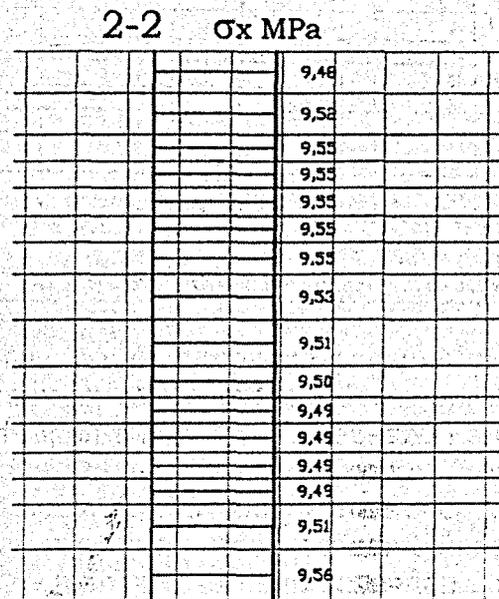
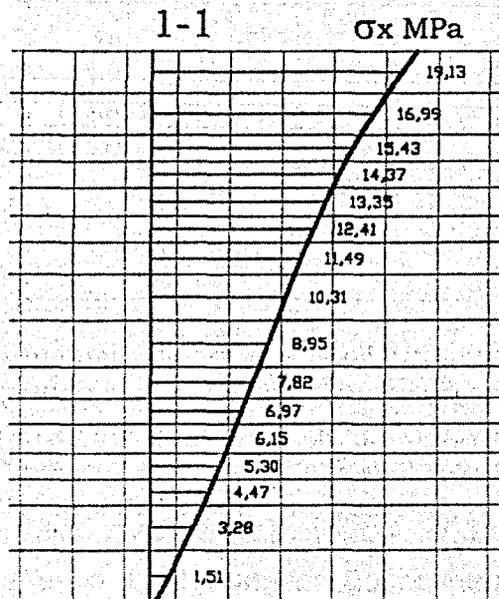
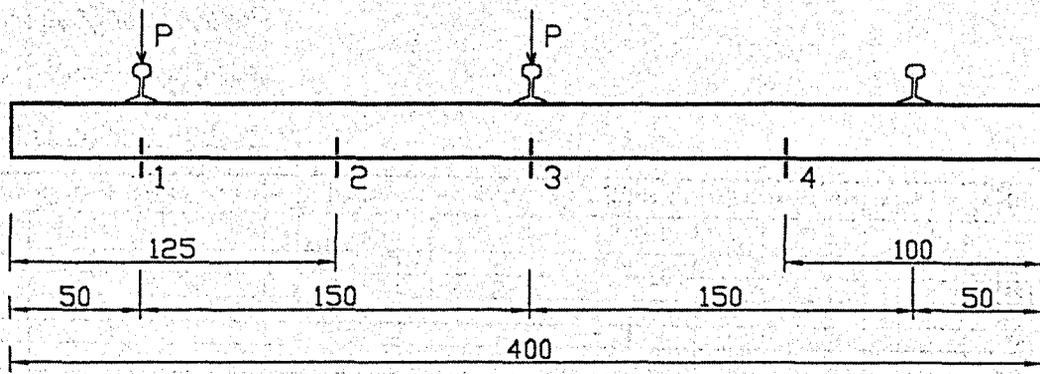


Рис. 3. Эпюры нормальных напряжений при первой схеме нагрузки

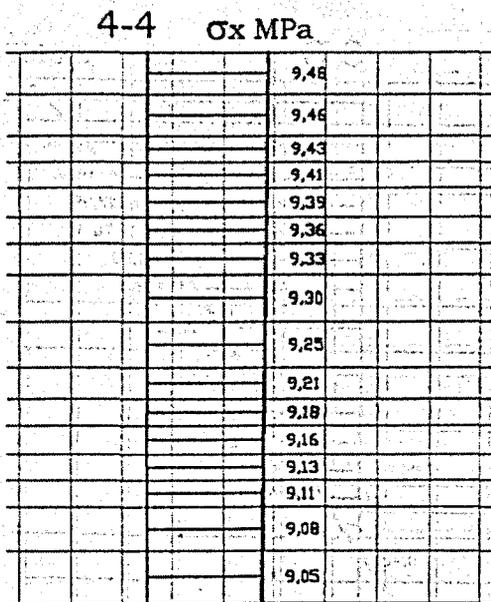
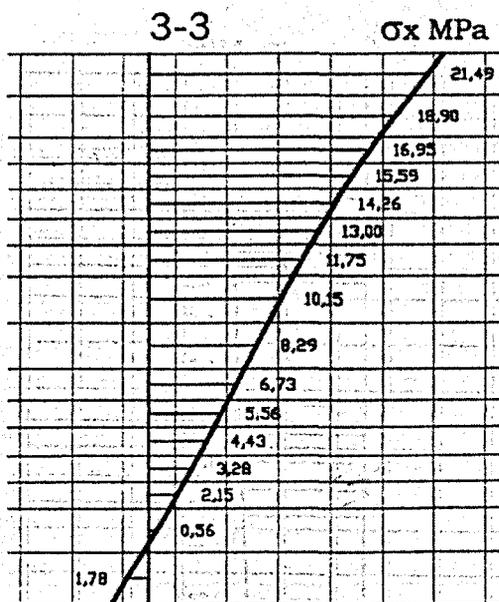
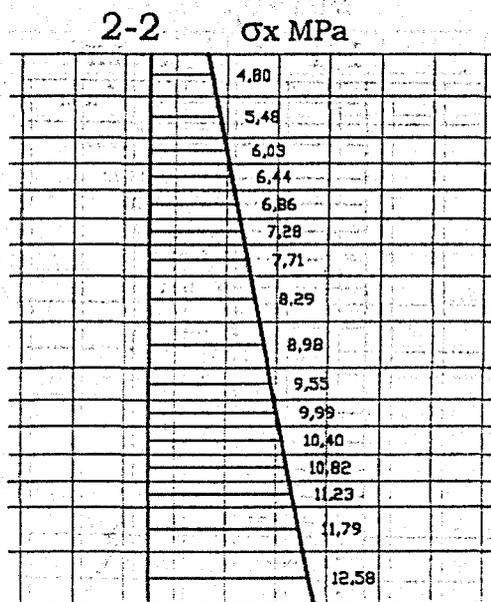
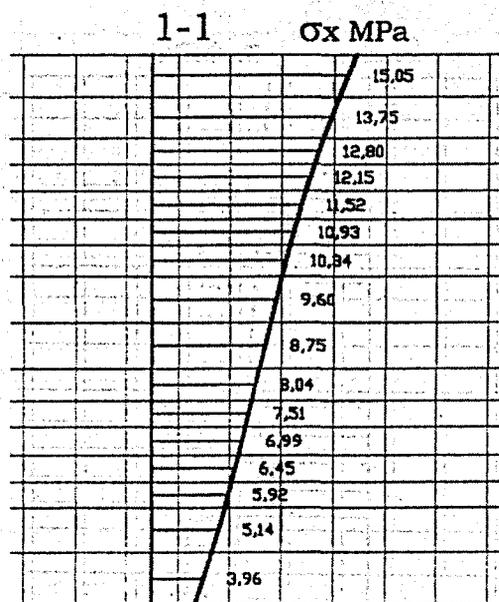
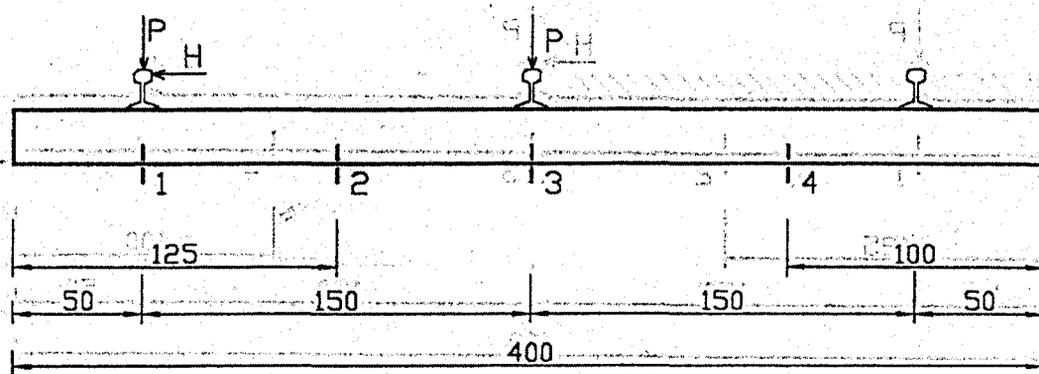


Рис. 4. Эпюры нормальных напряжений при второй схеме нагрузки

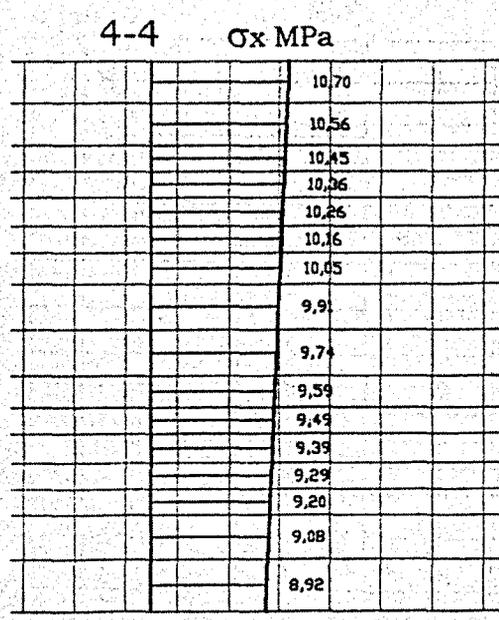
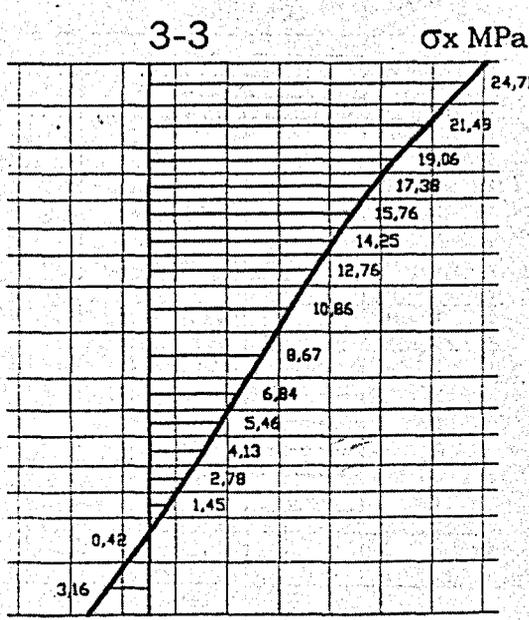
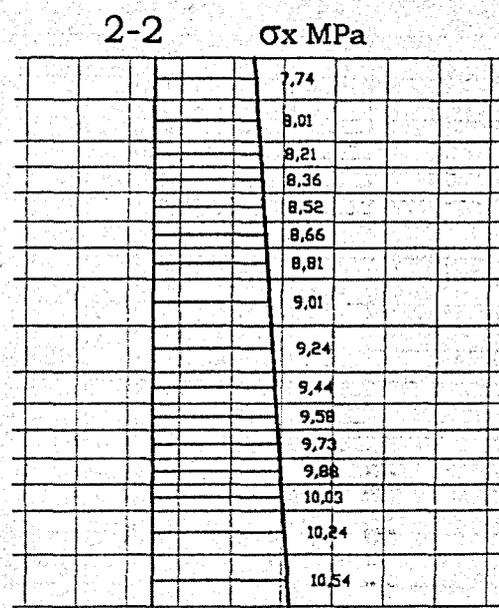
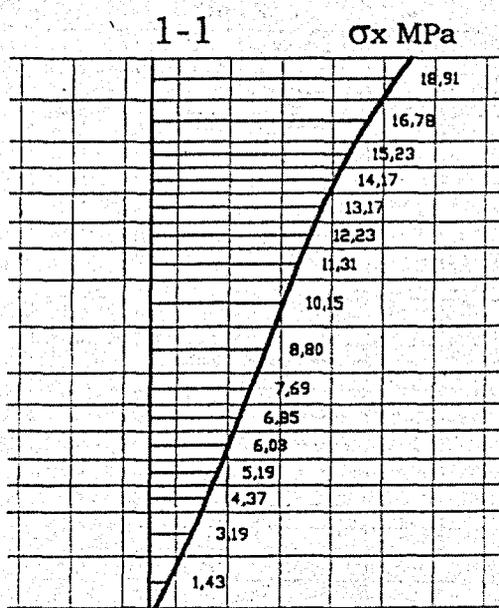
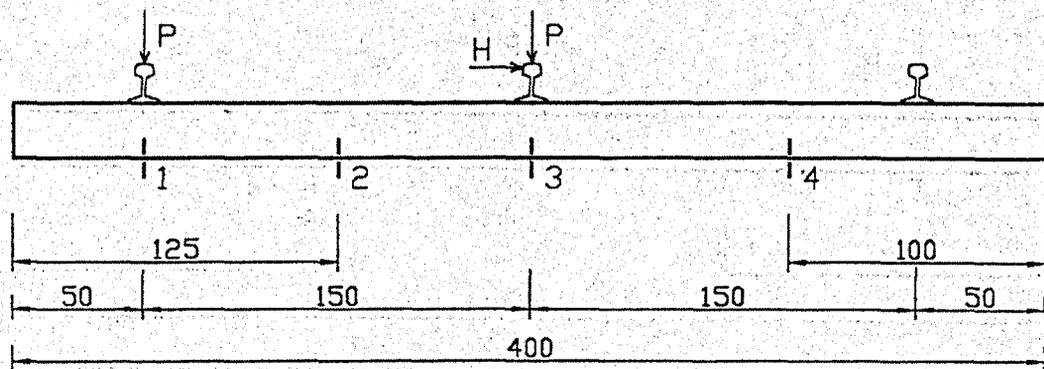


Рис. 5. Эпюры нормальных напряжений при третьей схеме нагрузки

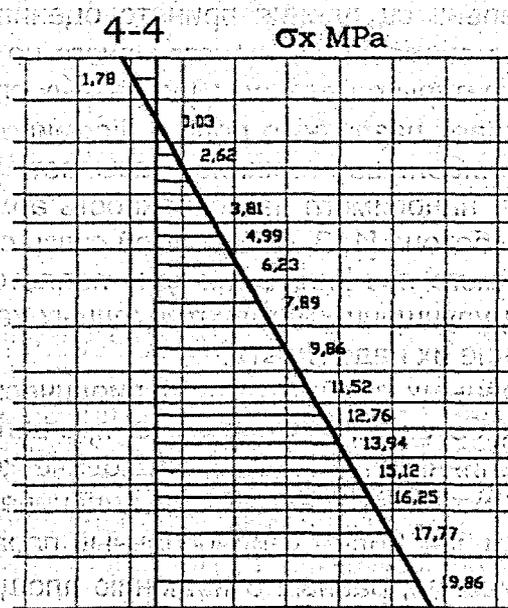
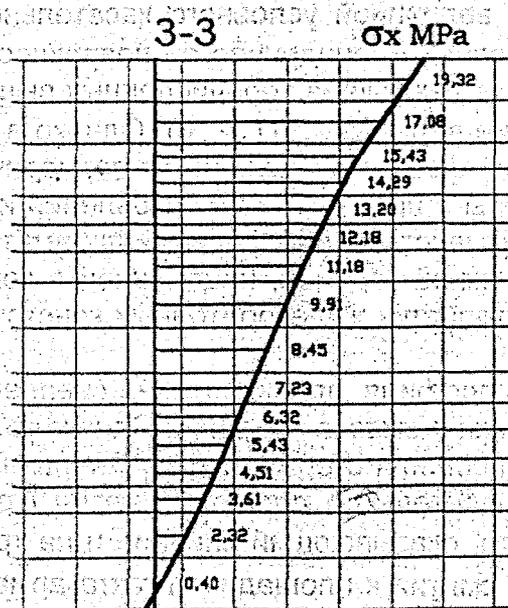
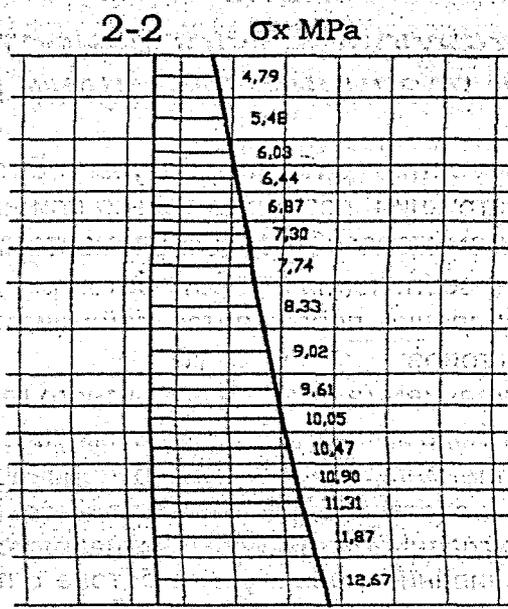
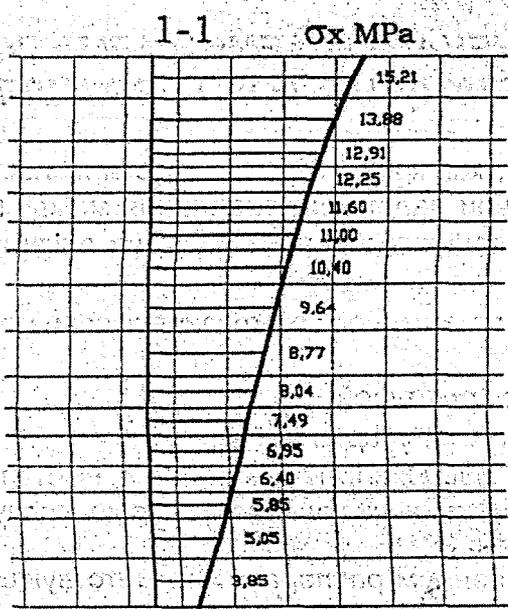
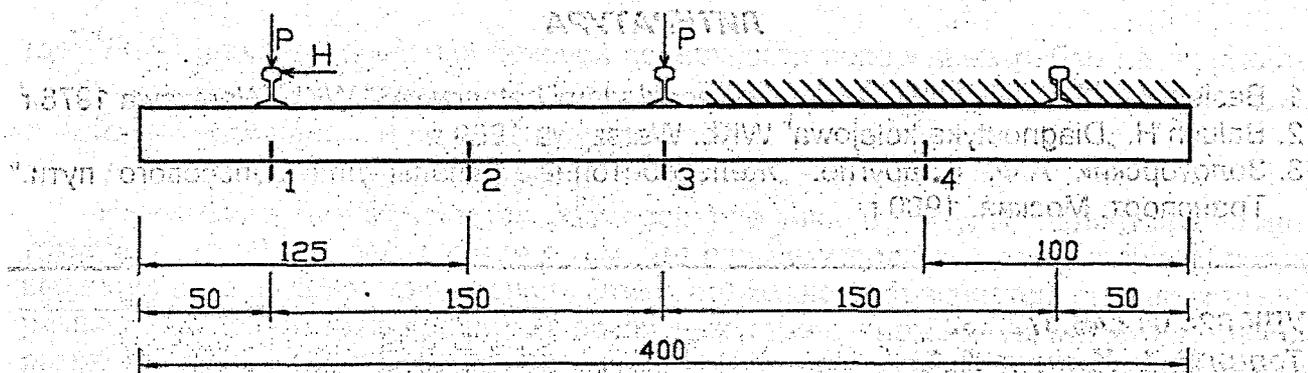


Рис. 6. Эпюры нормальных напряжений при второй схеме нагрузки и отсутствии перемещений правого конца бруса

ЛИТЕРАТУРА

1. Basiewicz T. „Nawierzchnia kolejowa z podkładami betonowymi” WKŁ. Warszawa 1978 г.
2. Bałuch H. „Diagnostyka kolejowa” WKŁ. Warszwa 1969 г.
3. Золоторский А.Ф. и другие: „Железобетонные шпалы для рельсового пути.” Транспорт. Москва. 1980 г.

УДК 624.012.46.072.232

Терин В.Д., Хотько А.А.

АНКЕРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ НЕНАПРЯГАЕМОЙ АРМАТУРЫ С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Совместная работа арматуры и бетона, как критерий надежности железобетонных конструкций, возможна только при наличии надежного сцепления между ними. В изгибаемом железобетонном элементе сцепление выполняет функции анкеровки арматуры и вовлечения в работу бетона.

Сцепление порождается действием ряда химических, физических и механических факторов:

1. Склеиванием (адгезией) цементного геля с арматурой.
2. Трением, вызванным радиальным давлением от усадки бетона.
3. Зацеплением за бетон микронеровностей поверхности арматуры и выступов профиля и соответствующим сопротивлением бетонных консолей смятию, срезу и действию главных растягивающих напряжений.
4. Заклиниванием арматуры в бетоне с появлением распора и соответствующих сил трения.
5. Трением, вызванным поперечным обжатием бетона внешней нагрузкой [2].

Степень сцепления принято оценивать величиной условного касательного напряжения сцепления τ , действующего на условной цилиндрической поверхности контакта арматуры с бетоном. Для разных случаев каждый из перечисленных выше факторов играет различную роль в формировании величины τ [1, 2, 6]. Однако в любом случае наибольшее влияние оказывает третий фактор зависящий от периодического профиля, наносимого на поверхность арматуры в процессе ее изготовления и характеристик бетона [1, 2, 6, 7]. В этой связи совершенствование формы и параметров периодического профиля арматуры является важной задачей, нацеленной в конечном итоге на улучшение эксплуатационных характеристик железобетонных конструкций и повышение их надежности.

Главными параметрами периодического профиля, влияющими на сцепление арматуры с бетоном, считаются шаг профилировки и высота профиля. Однако за основу оценки влияния параметров периодического профиля стержневой арматуры на сцепление с бетоном принимается величина относительной площади смятия (критерий Рэма $-f_R$), как более универсальный параметр, оказывающий влияние и на трение и на склеивание, равный отношению площади смятия к площади контакта арматуры с бетоном [6, 7].

$$f_R = \frac{F_R}{\pi \cdot d_n \cdot t}$$