

3. ДБН В.2.2-24 2009 Проектування висотних житлових і громадських будинків. К., Укрархбудинформ, 2006. – 105с.
4. ДБН В.1.2 – 7 – 2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. К., Мінрегіонбуд України. 2008. – 53с.
5. «Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения». М., Москомархитектура. 2005. – 40с.
6. «Рекомендации по защите высотных зданий от прогрессирующего обрушения». М., Москомархитектура. 2006. – 34с.
7. Мурока К. Н. Живучесть многоэтажных каркасных железобетонных гражданских зданий при особых воздействиях: дисс. канд. техн. наук: 05.32.01/ Мурочка Кяло Ндунда. - М. МГСУ, 2005. - 185 с.
8. Руденко Д.В. Защита каркасных зданий от прогрессирующего обрушения: дис. маг. техн. наук. – С.-П.: СПГУ. – 2009. – 91 с.

УДК 621.791.052

ПРОЧНОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ РАБОЧЕЙ АРМАТУРЫ КЛАССА А500С В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Меннанов Эльмар М., старший преподаватель каф. МидК, Меннанов Эльдар М., ассистент каф. ГС

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Лебедева Л.И., генеральный директор,

Институт экономики и технологий в строительстве, г. Киев.

Рассматриваются особенности конструирования стыков продольной арматуры в конструкциях мостов. Даются рекомендации по выполнению сварных стыков из термоупрочненной стали..

арматура, накладки, каркас, сеймика, стык, электроды.

ВВЕДЕНИЕ

В Украине основным видом арматуры для железобетонных конструкций являлась арматура периодического профиля класса А400 (А-III). В Украине эта арматура изготавливается из стали марок 35ГС и 25Г2С, которые (особенно 35ГС) по общепринятым нормам являются ограниченно свариваемыми. В частности, для стали 35ГС запрещена дуговая сварка в крест, которая, к сожалению, до сих пор повсеместно применяется.

В результате большинство серьезных аварий ответственных, несущих конструкций в процессе строительства происходит именно по причине дуговых прихваток стали 35ГС, а в отдельных случаях и 25Г2С. Несмотря на высокую прочность сварных соединений этих сталей, выполненных контактной стыковой и другими видами сварки с большими тепловложениями, пластичность получаемых соединений очень низка. Это вынуждает при строительстве зданий из железобетона с использованием арматуры класса А400 (А-III) из стали марки 35ГС полностью отказаться от сварки при выполнении арматурных работ и принимать значительные запасы по сечению арматуры (для вязанных каркасов), так как есть опасность дуговых прихваток сваркой, а надлежащий контроль за качеством арматуры и арматурных работ обеспечивать трудно.

11 декабря 2006 года, вступил в силу ДСТУ 3760:2006, который по аналогии с EN 10080 и ISO/DIS 6935-2 регламентирует нормы химического состава, механические свойства и другие нормативные требования к арматурной стали класса А500С. В соответствии с этими требованиями арматурная сталь выпускается термомеханически упрочненной в потоке проката, горячекатаной с микролегированием или холоднодеформированной.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Широкую известность получили исследования напряженного состояния основных типов сварных стыков, проведенные Э.Кокером, Л.А. Мордвинцевым, Л.Э. Прокофьевой-Михайловской, А. Солякианом, И. Смитом и другими исследователями.

При исследовании прочности сварных соединений были выявлены их слабые места и проверены возможности для качественного перераспределения критических усилий.

Николаевым Г.А. было установлено, что в случае применения только боковых фланговых сварных швов условия распределения (см. рис. 1) напряжений не получают существенного улучшения и выносливость этих соединений остается на одном и том же уровне.

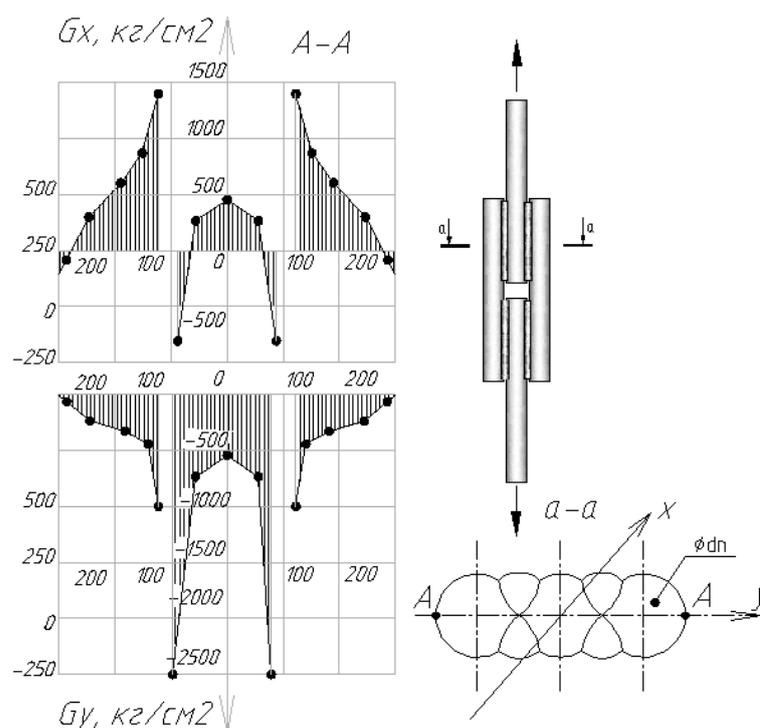


Рис. 1. Эпюры напряжений в поперечном сечении модели соединения с накладками

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Снижение материалоемкости в сварных стыках рабочей арматуры класса А500С путем уменьшения сечения парных накладок при обеспечении требуемой надежности соединений.

Для поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Теоретически изучить картину распределения усилий в элементах стыка при продольном нагружении арматуры класса А500С.
- По данным теоретических исследований оценить возможность применения боковых накладок уменьшенного сечения.
- Провести математический эксперимент при помощи ПК «Ли́ра» напряженно-деформированного состояния элементов сварного стыка арматуры класса А500С.
- Провести физические экспериментальные исследования сварных стыков арматуры класса А500С с накладками обычного и уменьшенного сечения.
- Провести анализ результатов, полученных теоретическим и экспериментальным путем.
- Разработать технологические карты и инженерную методику по проектированию и изготовлению сварных стыков арматуры класса А500С с накладками уменьшенного сечения.

Основные элементы сварных стыков арматуры и их напряженно-деформированное состояние.

Сварные стыки арматуры с парными накладками широко применяются в строительной практике. Этот способ позволяет соединять арматурные стержни любого диаметра. В соответствии с «Рекомендациями» диаметр накладок принимается равным диаметру соединяемых стержней, а остальные размеры накладок принимаются в зависимости от диаметров накладок.

На первый взгляд, кажется, что накладки имеют двойной запас прочности по сравнению с соединяемыми стержнями. Однако это не совсем так. Рассмотрим напряженно-деформированное состояние накладки в сварном стыке (рис. 2).

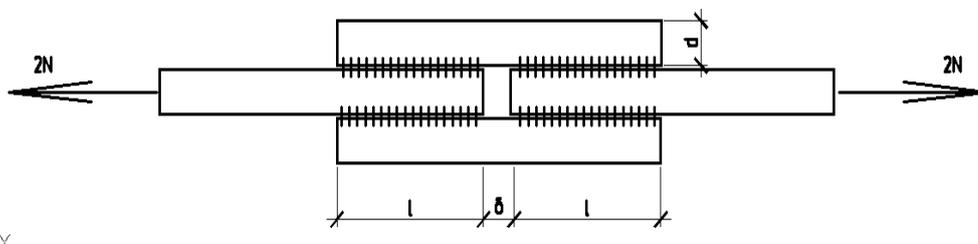


Рис. 2. Конструктивная схема сварного стыкового соединения выполненного при помощи боковых накладок

Расчетную схему накладки с некоторым приближением можем представить в виде стержня, приваренного к основанию сварным швом на длине l (рис.3).

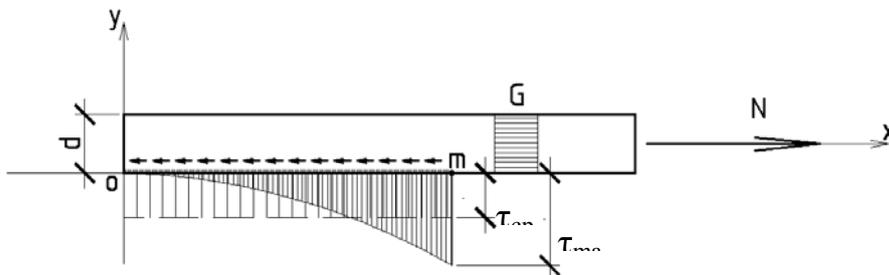


Рис. 3. Расчетная схема боковой накладки

Исходя из рассматриваемой расчетной схемы, мы можем записать величину нормальных напряжений в стержне в месте, где он не приварен к основанию

$$\sigma_0 = \frac{N}{A_n}, \quad (1)$$

где N – сила, растягивающая стержень; A_n – площадь стержня (накладки).

В нашем случае исследованию подвергаются два растянутых стержня площадью A_c соединенных парными параллельными накладками площадью A_n при помощи сварных фланговых швов.

Рассмотрим, как распределяются касательные усилия вдоль флангового сварного шва на примере прикрепления стержня к абсолютно жесткому элементу. Пусть растянутый стержень площадью A прикреплен при помощи сварного флангового шва к жесткому элементу (рис. 4).

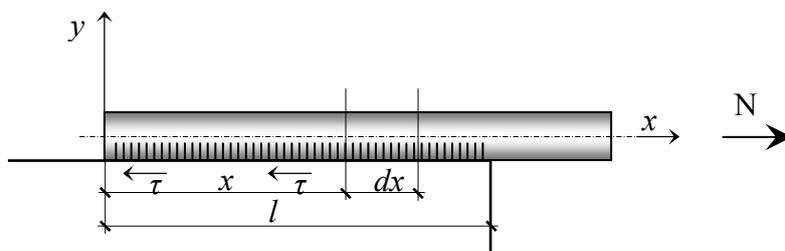


Рис. 4. Конструктивная схема накладки

Закрепление стержня обеспечивается касательными усилиями τ вдоль сварного флангового шва.

Величина значения коэффициента концентрации будет равна

$$\mu = \sqrt{1 + \frac{\kappa ch \alpha l}{E \alpha sh \alpha l}} \quad (2)$$

Зная величину концентрации напряжения, суммарная площадь накладок сварного стыка будет определяться

$$\Sigma A_n = \frac{2N}{R_y} \mu \quad (3)$$

То есть, уменьшение площади накладок стыка сварного соединения может быть до определенных пределов, что подтвердили экспериментальные исследования сварных стыков в натуральную величину.

Моделирование сварного стыка с использованием аппарата метода конечных элементов. Методом исследования для решения поставленной задачи является численный эксперимент. Поставленные задачи решали с учетом нелинейных свойств материалов.

Наличие в расчетной схеме сварных швов, расположенных не симметрично в шахматном порядке дополнительно усложняет эту задачу (см. рис. 5).

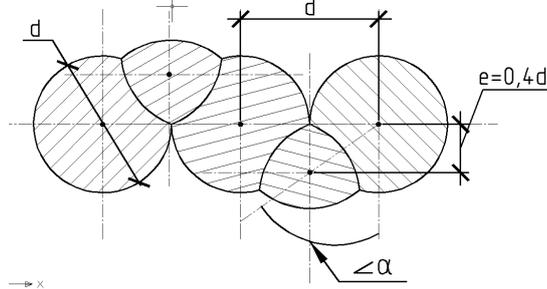


Рис. 5. Поперечное сечение модели «стержень-накладка-стержень»

Поэтому, расчетной моделью сварного стыка рабочей арматуры будет являться элементарная пластина толщиной 1 мм, вырезанная по линии продольного сечения (Рис. 6).

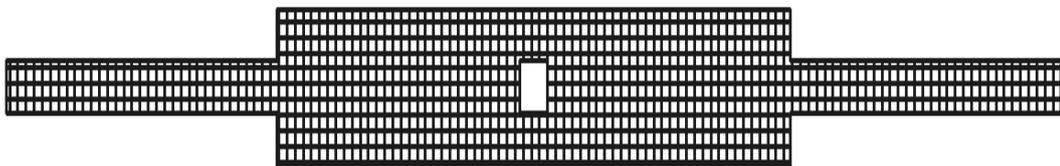


Рис. 6. Общий вид расчетной модели

Результаты расчета сварного соединения рабочей арматуры класса А500С с парными накладками (Рис. 7-9).

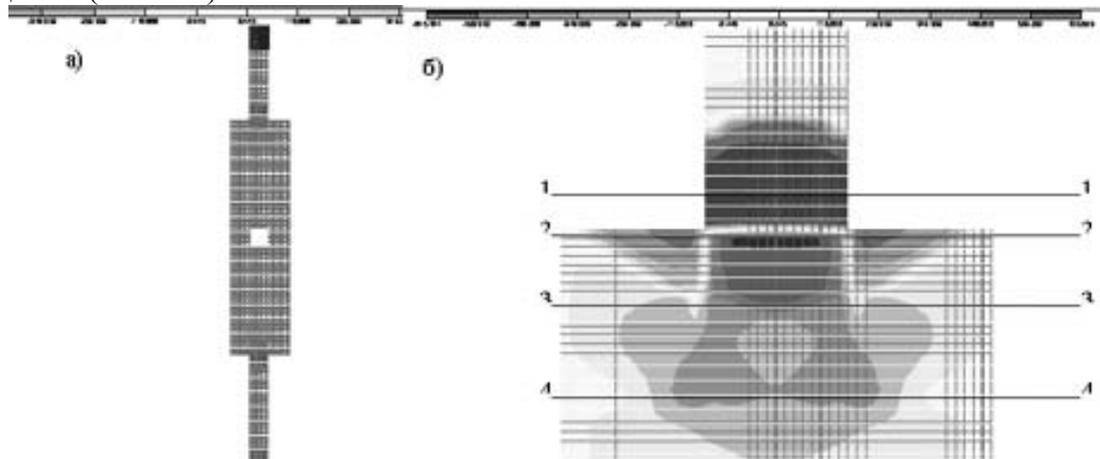


Рис. 7. Картина НДС стыка арматурного проката А500С: а) общий вид схемы, б) исследуемый фрагмент

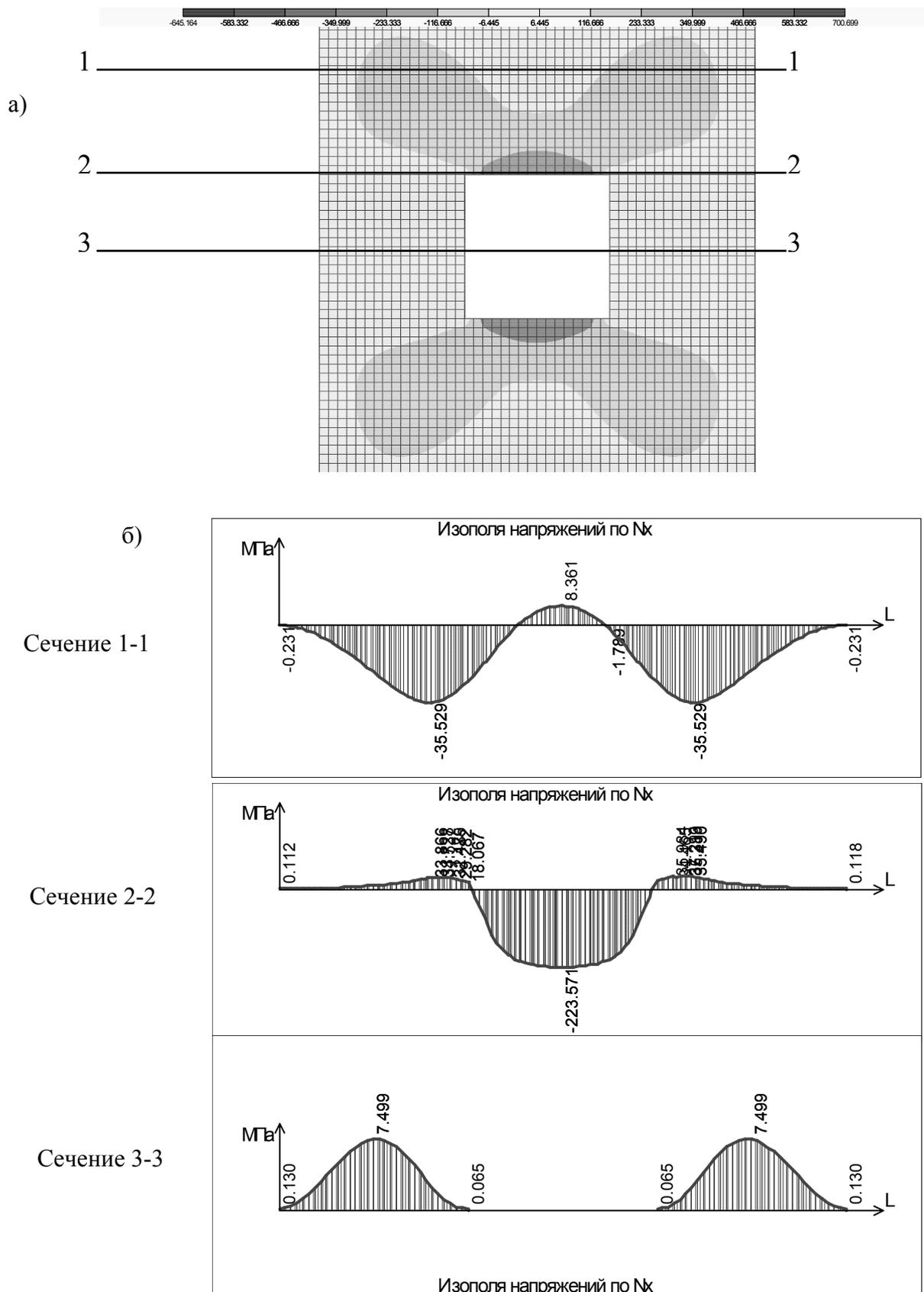


Рис. 8. Изополю напряжений N_x по оси X: а) фрагмент 2, б) сечение 1-1, 2-2, 3-3.

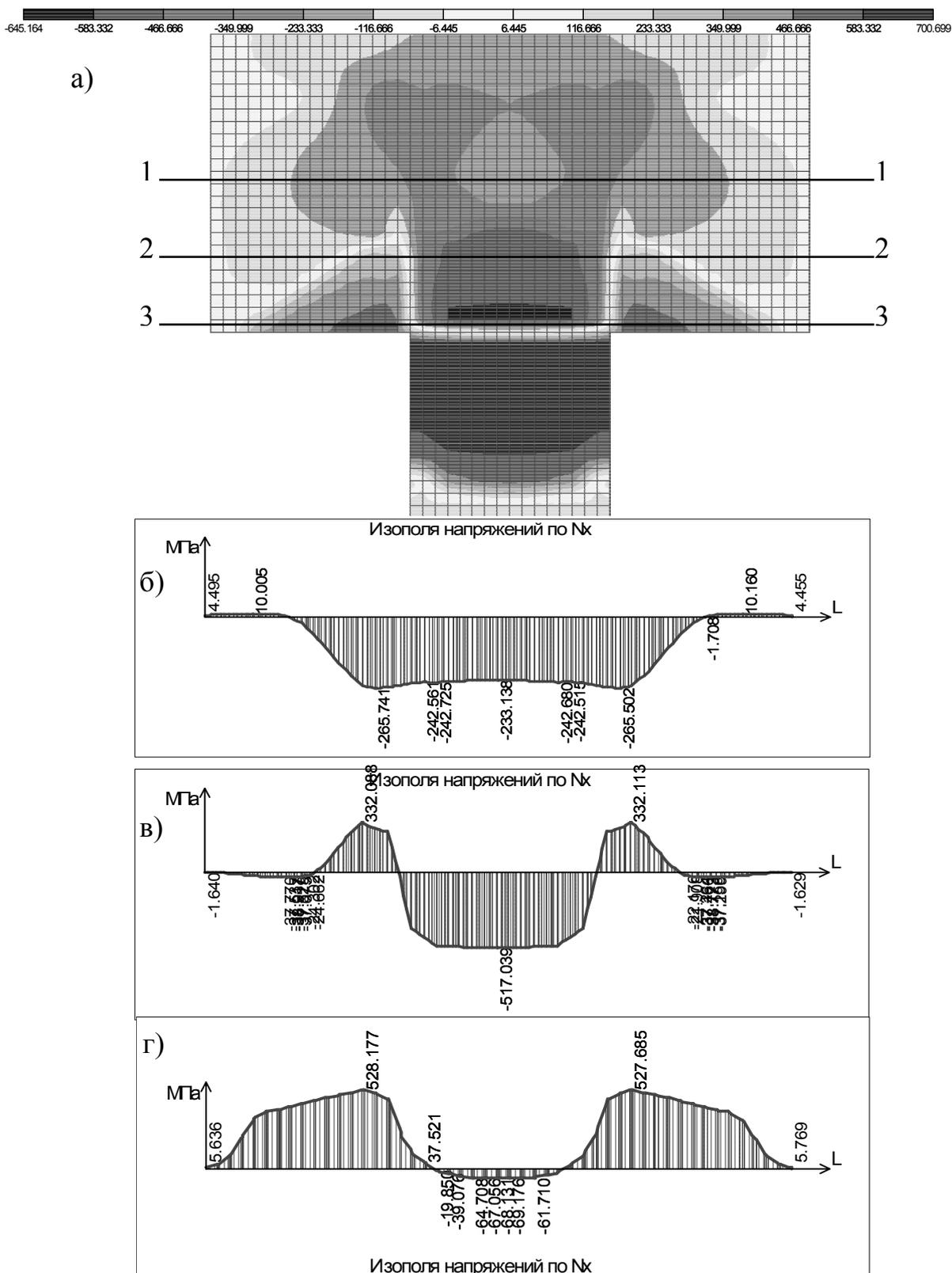


Рис. 9. Изополя напряжений по N_x : а) фрагмент 3, б) сечение 1-1; в) сечение 2-2; г) сечение 3-3

Выводы:

1. Разработаны расчетные модели с нелинейными зависимостями $\sigma - \varepsilon$ для элементов сварных стыков рабочей арматуры, соответствующие физическим образцам. Анализ результатов математического моделирования показал возможность снижения материалоемкости за счет уменьшения сечения боковых накладок. Наиболее эффективно применение накладок с суммарной площадью не менее полуторной по отношению к сечению основного стержня.

2. Расчетные модели с линейной зависимостью $\sigma - \varepsilon$ для элементов моделирующих сварной стык арматуры дают достаточно хорошую сходимость с экспериментальными данными на промышленных образцах и могут быть использованы для инженерных расчетов.

3. Предложены численные модели узлов с боковыми парными накладками стандартного и уменьшенного диаметров. В качестве загрузки принята условная вертикальная нагрузка, приложенная к торцевой части стыка.

4. Получены компоненты напряженного состояния и эпюры усилий в элементах, моделирующих узел соединения стержней.

5. По результатам расчета сварного соединения арматурного проката класса А500С с парными боковыми накладками уменьшенного сечения установлено, что при воздействии главных растягивающих напряжений наиболее опасным участком является место резкого изменения сечения. Зона технологического зазора между торцами рабочих стержней не является активным концентратором напряжений.

6. Выявлено что, при уменьшении диаметра боковых накладок снижается влияние концентраторов нормальных напряжений на 14% по оси X, то же в направлении оси Y, касательных – на 20%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ажермачев Г.А. Особенности конструирования сейсмостойких стыков железобетонных каркасов при арматуре различных диаметров / Ажермачев Г.А., Меннанов Э.М.; Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства: Материалы 2-й Международной научно-технической интернет конференции.- Харьков : ХНАГХ, 2007. – с. 12-15
2. Ажермачев Г.А. Особенности применения арматурного проката класса А500С, согласно ДСТУ 3760:2006 при изготовлении сварных стыков рабочей арматуры, сейсмостойких каркасных зданий с использованием ручной дуговой сварки / Ажермачев Г.А., Меннанов Э.М.; Строительство, материалы, машиностроение. / Сб. науч. трудов. – Днепропетровск: ПГАСА, 2008. Выпуск 48 – с. 80-84.
3. Ажермачев Г.А. Сварные стыки продольной арматуры класса А500С в колоннах сейсмостойких каркасов / Ажермачев Г.А., Меннанов Э.М., Абдурахманов А.З. / Будівельні конструкції. / Зб. наук. праць.- К.: НДІБК, 2008. Вип. 69 – с.611- 618.
4. Ажермачев Г.А. Сварные стыки продольной арматуры класса А500С в каркасах сейсмостойких зданий и сооружений / Ажермачев Г.А., Меннанов Э.М., Абдурахманов А.З. - Баштові споруди: матеріали, конструкції, технології. Вісник ДНАБА. Вип.. 2009-4(78), Зб. наук. праць.- Макіївка, 2009. – с. 139-143.
5. Меннанов Э.М. Альтернативный стык арматуры класса А500С / Меннанов Э.М., Шевченко Н.Н., Швечкова Ю.И.: Строительство и техногенная безопасность.. / Сб. науч. трудов. – Симферополь: НАПКС, 2008. Выпуск 24-25 – с. 28-32.
6. Меннанов Э.М. О выборе электродов для сварки продольной арматуры в каркасах сейсмостойких зданий и сооружений / Меннанов Э.М., Сеттаров Р.Э., Карпова В.С.: Строительство и техногенная безопасность./ Сб. науч. трудов. – Симферополь: НАПКС, 2008. Выпуск 24-25 – с. 24-27.
7. Меннанов Эльмар. Исследование работы сварных стыковых соединений арматурного проката класса А500С с уменьшенными боковыми накладками / Меннанов Эльмар,

- Шевченко Николай / Motrol. Motorszation and power industry in agriculture, Simferopol – Lublin 2010. Volume 11B – P/133-144.
8. Mennanov Elmar The peculiarities of designing of longitudinal steel reinforcement butls in structural frame columns are considerd / Mennanov Elmar, Shevchenko Nikolay / Motrol. Motorszation and power industry in agriculture, , Simferopol – Lublin 2009. Volume 11B– P/ 24-27.
9. Меннанов Э.М Усиление по результатам коэрцитивной диагностики сварных соединений арматуры класса А500С/ Меннанов Э.М., Шевченко Н.Н., Удовиченко Т.М.: Строительство и техногенная безопасность. / Сб. науч. трудов. – Симферополь: НАПКС, 2011. Выпуск 35. – с. 252-254.
10. Меннанов Э.М НДС сварных стыков арматурного проката класса А500С с парными накладками уменьшенного сечения/ Ажермачев Г.А., Меннанов Эльмар М., Меннанов Эльдар М.: Строительство и техногенная безопасность. / Сб. науч. трудов. – Симферополь: НАПКС, 2011. Выпуск 35. – с. 254-262.

УДК 629.124.74:622.242

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСШИРЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СПБУ

Лившиц Б.Р.

ОАО «ЦКБ «Коралл»

Рассматриваются вопросы надежности и обеспечения прочности основных элементов самоподъемных плавучих буровых установок (СПБУ). Анализируются результаты исследования характеристик стали опорных колонн построенной платформы, и перспективы расширения эксплуатационных возможностей.

рейки, СПБУ, опорные колонны, прокат, предел текучести, математическое ожидание

В настоящее время, как Украине, так и в России целенаправленно ведется подготовка к освоению шельфа. Ведутся научные изыскания, конструкторские работы. В практическом отношении страны делают решительные шаги - Украина приобрела самоподъемную плавучую буровую установку (СПБУ) проекта KFELS B Class, в Российской Федерации уже прошли испытания СПБУ «Арктическая» на верфи ЦС «Звездочка» (см. рисунок 1).

В таблице 1 представлены основные характеристики указанных платформ.

Таблица 1.

Характеристики плавучих буровых платформ

Характеристики СПБУ	«Арктическая» (РФ, проект ЦКБ «Коралл»)	«West Juno» (Украина, проект KFELS)
Длина корпуса, м	88,0	71,3
Ширина корпуса с аутригерами, м	66,0	63,4
Высота борта, м	9,7	7,62
Тип опоры	трёхгранная ферменного типа	трёхгранная ферменного типа
Расстояние между осями стоек, м	10,0	
Длина опоры, м	139,0	157,0
Грузоподъемность ОПУ при стоянке, т	13800,0	21228,0