

химических процессов при проведении исследований энергокинетических закономерностей механоактивации твердых тел. С привлечением результатов научных исследований автора вскрыта сущность механической активации материалов, широко представлена область ее использования на практике. Достаточно корректно изложены основы физико-химической механики технологических процессов при исследовании закономерностей разрушения твердых тел.

В главе 3 приведены теоретические основы энергетики измельчения с критическим всесторонним анализом энергетических теорий. Особый интерес представляют результаты исследований по выявлению энергетической эффективности процессов тонкого измельчения и энергетическим закономерностям формирования нагрузок механоактивации.

Глава 4 посвящена описанию конструктивных форм ЭММА, представляющих изобретения проф. Беззубцевой М.М. Подробно описаны достаточно оригинальные методики проведения исследований, позволяющие получить корректные результаты научных изысканий.

В результате исследований кинетических закономерностей изменения гранулометрического состава продуктов помола в ЭММА, представленных в пятой главе, получено уравнение кинетики, удовлетворяющее граничным условиям процесса измельчения в магнитоожигенном слое размольных ферротел. Кинетические закономерности позволяют моделировать промышленное измельчение в лабораторных условиях и устанавливать энергозатраты на производственные процессы механоактивации.

Монография, несомненно, представляет научную ценность и практический интерес как для инженерно-технических и научных работников, так и преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений аграрного профиля [1,2,3,4]. Материалы исследований внедрены в учебный процесс образовательной программы «Энергетический менеджмент и инжиниринг энергосистем» [5, 6, 7, 8, 9, 10].

Список литературы

1. Беззубцева М.М. Методика организации научно-исследовательской работы магистрантов-агроинженеров (учебно-методическое пособие) // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 4–2. – С. 385–385.
2. Беззубцева М.М. Энергетический менеджмент и инжиниринг энергосистем (программа магистратуры) // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 1. – С. 44–46.
3. Беззубцева М.М., Волков В.С. Основы научных исследований в энергетике (учебное пособие) // Научное обозрение. Реферативный журнал. – 2016. – № 5. – С. 66–67.
4. Беззубцева М.М., Волков В.С. Научно-исследовательская работа магистрантов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 2–3. – С. 367–368.
5. Беззубцева М.М., Волков В.С. Патентные исследования в научно-исследовательской работе магистрантов (учебное пособие) // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 3–3. – С. 308–309.

6. Беззубцева М.М., Волков В.С. Внедрение инновационных электротехнологий в программу обучения бакалавров-агроинженеров // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 3–1. – С. 45–46.

7. Беззубцева М.М., Волков В.С., Котов А.В., Обухов К.Н. Инновационные электротехнологии в апк (учебное пособие) // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 2–2. – С. 221–221.

8. Беззубцева М.М., Гулин С.В., Пиркин А.Г. Энергетический менеджмент и энергосервис в аграрном секторе экономики (учебное пособие) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 6. – С. 112–113.

9. Беззубцева М.М., Ружьев В.А. Формирование компетентности менеджера магистрантов-агроинженеров // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 4. – С. 179–180.

10. Волков В.С., Беззубцева М.М. Особенности подготовки инженерно-технических и научных кадров энергетических специальностей в аграрном секторе экономики // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 1. – С. 26–30.

ВЛИЯНИЕ ПОДАТЛИВОСТИ БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА РАБОТУ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ОПОР ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА МОСТОВ. ОБЗОР

Должиков В.Н.

*ЧОУ ВО «Институт управления и технологий
в народном хозяйстве, Сочи,
e-mail: doljikov_v@mail.ru*

Индустриальный характер мостостроения предопределяет применение как сборных элементов мостовых конструкций, так и комплектов инвентарных элементов вспомогательных сооружений. Использование временных опор из инвентарных конструкций при строительстве мостов получило широкое распространение ещё в СССР [3, 4, 11,33 и др.]. Необходимо отметить, что использование инвентарных конструкций широко практиковалось и за рубежом [33, 36, 42]. До конца семидесятых годов прошлого века наиболее эффективно использовались УИКМ (универсальные инвентарные конструкции для мостостроения) с многоболтовыми соединениями элементов в узлах.

К числу новых типов относятся конструкции с соединением на высокопрочных болтах типа МИК-С (мостовые инвентарные конструкции стоечного типа), МИК-П (мостовые инвентарные конструкции пакетного типа), ИПРС (инвентарные подмости ручной сборки) и СВСиУ (специальные временные сооружения и устройства для возведения городских мостовых сооружений).

Условия применения и принципы проектирования вспомогательных сооружений из инвентарных конструкций определяют ряд особенностей работы этих сооружений. К этим особенностям относятся податливость фундаментов стационарных опор, взаимодействие надстроек и плашкоутов плавучих опор, влияние на напряженное состояние надстроек усилий от жесткости узлов, а также перераспреде-

ление усилий в системах от податливости узлов и соединений.

В практике проектных организаций отмеченные особенности при выполнении расчетов вспомогательных сооружений, как правило, не учитываются. Это затрудняет проектирование равнопрочных конструкций и приводит как к наличию излишних запасов в одних элементах сооружения, так и к недостаточной надежности других.

Поэтому можно считать, что исследования, направленные на изучение действительной работы вспомогательных сооружений, продолжают являться актуальными. Их проведение соответствует задачам технического прогресса в мостостроении.

Наиболее сложным вопросом расчета вспомогательных опор является определение усилий в элементах. Вспомогательные опоры представляют собой внутренне и внешне статически неопределимые решетчатые системы (в случае стационарных опор) или же сочетание таких систем с изгибаемыми балками или пластинками, представляющими плашкоуты плавучих опор. Существующая практика расчета вспомогательных опор основана на ряде предпосылок и допущений.

Например, при расчете надстройки на действие вертикальных сил полагается [27], что разность узловой нагрузки и опорной реакции ($P_1 - R_1$) по условию равновесия отсеченной части распределяется между раскосами поровну. Если количество раскосов, попадающих в разрез 1 – 1, равно n , то усилие в каждом из них определяется по формуле

$$N = \frac{P_1 - R_1}{n \cdot \cos 45^\circ}.$$

Распределение опорных реакций в стойках нижней панели от действия моментов, вызванных горизонтальными и эксцентрично приложенными нагрузками, принимается по методу вневцентренного сжатия:

$$N = \frac{P}{n} \pm \frac{My_{\max}}{\sum y^2},$$

где P – центрально приложенная вертикальная нагрузка; M – момент в плоскости низа опоры; n – число стоек; y_{\max} – расстояние от оси опоры до крайней стойки.

Усилия в раскосах от горизонтальной нагрузки определяются исходя из условия, что поперечная сила распределяется между раскосами поровну.

В случае плавучих опор учитывается совместная работа решетчатой надстройки с плашкоутом, причем последний рассматривается, обычно, в качестве изгибаемой балки при узких или в качестве пластинки при относительно широких плашкоутах. В качестве нагрузки

принимается гидростатическое давление. Расчет пластинки ведется по схеме балочного ростверка на податливых опорах с учетом упругих характеристик [48].

Определение усилий с учетом податливости стыков плашкоута в системах, у которых деформации распределительной конструкции и плашкоута связаны, производится путем введения в уравнение деформаций дополнительных перемещений по направлению каждого неизвестного. Податливость стыков плашкоута по методике СКБ Главмостостроя учитывается дополнительным прогибом плашкоута при возможном неупругом взаимном повороте двух понтонов в каждом стыке. Это смещение принимается равным 10 мм [32].

При расчете решетчатых надстроек могут быть использованы многочисленные работы, посвященные металлическим решетчатым каркасным конструкциям.

Использование ЭВМ привело к качественному скачку в техническом уровне расчетов каркасных конструкций и позволило перейти от расчетов отдельных плоских систем к расчету сооружения в целом. Рассмотрение всего сооружения как единой системы позволяет правильнее оценить его поведение под нагрузкой и получить более экономичное проектное решение.

Разработанные в ЦНИИПСК программы позволяют рассчитывать сложные многократно статически-неопределимые стержневые системы методом перемещений.

На базе матричного аппарата проведены многочисленные исследования по реализации на ЭВМ алгоритмов, основанных на классическом методе сил, методе перемещений, смешанном методе, а также на их модификациях. Анализ существующих программ расчета пространственных стержневых систем с указанием их возможностей выполнен в работе [5].

Одним из важных моментов, определяющих работу решетчатых каркасных конструкций, является учет работы сопряжений элементов, а также взаимодействия каркасной системы с фундаментами и основаниями. Заслуживает внимания работа [28] по учету совместной работы оснований фундаментов и поперечных рам промышленных зданий со стальным каркасом. Показано, что деформации оснований существенным образом сказываются на напряженном состоянии поперечных рам.

Основные закономерности по распределению усилий между каркасом и фундаментом с учетом их совместной работы с просадочным основанием, а также влияние конструкций и жесткости узлов каркаса на допустимую разность осадок соседних колонн освещены в работе [47].

Как известно, в основу статического расчета рамных систем вкладывается неизменяемость углов в каждом узловом соединении стоек и ри-

гелей. При расчете конструкций из строжневых элементов на устойчивость в работах [39] учитывается жесткость узловых соединений, так как не учтено последней при одноболтовом соединении приводит к тому, что критическая сила уменьшается против действительной примерно в два раза.

Оценка влияния работы сопряжений стальных ригелей с колонными на распределение усилий в рамах дана в работе [41]. Автор предложил новую расчетную схему рам с упругоподатливыми узлами, а также методику расчета таких рам методом сил и методом деформаций. Расчет рам по методу сил сводится к составлению и решению канонических уравнений, в которых коэффициенты при неизвестных учитывают работу узлов, имеющих дополнительные упругие стержни с заданными коэффициентами податливости.

Упругая податливость узловых соединений в работе каркасов промышленных зданий эквивалентна уменьшению жесткостей ригелей.

В работе [29] упругую податливость узловых соединений при расчете стальных каркасов на деформативность учитывается путем введения приведенной жесткости ригеля, определяемой по формуле

$$EJ_{np} = \frac{1}{\frac{1}{EJ_{pur}} + \frac{1}{Cl_{pur}}},$$

где C – коэффициент жесткости узлового соединения, определяемый из прямой зависимости между величиной изгибающего момента на ригеле и углом поворота. В частности, указывается, что учет деформативности узловых соединений приводит к перераспределению напряженного состояния рамных стальных каркасов, а также к увеличению горизонтальных смещений на величину 20% при расчете на ветровую нагрузку.

Существенное влияние деформативности фланцевых соединений на распределение усилий и деформаций в элементах рамы выявлено при проведении экспериментально-теоретических исследований, результаты которых приводятся в работах [6, 12, 34, 35]. Авторы установили зависимость деформации сопряжений и предельных усилий от основных геометрических размеров растянутых узлов, а также связь между деформациями сопряжений и распределением моментов в поперечной раме.

Необходимость учета деформативности сопряжений связана с тем, что законструированные жесткие узлы рамы в действительности деформативны, а шарнирные даже при минимальном конструктивном креплении способны воспринимать значительные моменты.

Экспериментально-теоретические исследования [40], проводившиеся в ЦНИИСКе им. Кучеренко на опорах ЛЭП с болтовыми соеди-

нениями показали, что податливость в болтовых соединениях статически неопределимых стержневых конструкций приводит к остаточным прогибам в системе, увеличению ее деформативности и к резкому перераспределению внутренних усилий. Податливость болтовых соединений при разнице диаметров болта и отверстия 3мм приводит к увеличению общих деформаций структурной конструкции на 40% и изменению усилий в элементах до 20%. В некоторых случаях усилия в элементах меняют знак. Степень влияния податливости болтового соединения каждого раскоса учитывается уменьшением площади его поперечного сечения путем введения в расчет фиктивной площади, определяемой по формуле:

$$F[i] = \left(\frac{1}{F_i} + \Delta l_{ny} \frac{E}{N_i l_i} \right)^{-1},$$

где N_i – действующее усилие в элементе от внешней нагрузки; l_i – длина i -го элемента; E – модуль упругости; Δl_{ny} – заданная (неупругая) податливость болтового соединения.

Для вычисления фиктивной площади вводится заданная податливость болтового соединения. При решении задачи с учетом податливости болтовых соединений авторы [25,40] считают, что деформативность пропорциональна усилию, т.е. деформации развиваются по линейному закону. В работах приводится только две стадии работы соединения, а именно: упругая деформация; СДВИГ – неупругая деформация, вызванная податливостью болтового соединения.

Применительно к мостовым конструкциям с клепаными соединениями вопросу смещения в соединениях и его влияния на перераспределение усилий в элементах статически неопределимых систем посвящены работы [28, 38, 43]. В работах [22 – 24] этот вопрос рассмотрен применительно к мостовым конструкциям с болтовыми соединениями на высокопрочных болтах.

Повышенная деформативность соединений на высокопрочных болтах нашла отражение и в нормах проектирования этих соединений в США, основанных на данных многочисленных экспериментальных исследований, в том числе [49,50]. Указано, что из-за значительных смещений не допускается применение соединений данного типа при действии на конструкцию знакопеременных усилий.

Учет смещений в болтовых и клепаных соединениях металлических конструкций основывается на современном представлении о действительной работе данного соединения.

Общее решение задачи о напряженно-деформированном состоянии заклепочных и болтовых соединений при наличии сил трения дано в [43–46]. Решение дано при линейной зависимости между смещением и нагрузкой. Резуль-

таты теоретических [43] и экспериментальных [45,46] исследований показали, что между усилиями и деформациями в заклепочных соединениях существует нелинейная зависимость. Кроме того, в работе [43] указывается на наличие связи между деформациями сдвига и толщиной листов стягиваемых пакетов. Согласно [43], податливость прикреплений в заклепочных соединениях мостовых конструкций учитывается посредством изменения площади поперечного сечения элемента на коэффициент K , определяемый по формуле:

$$K = \frac{l}{l + \frac{E_w}{P} \sum \Delta_{\tau}},$$

где l – длина элемента; w – площадь поперечного сечения элемента; P – усилие в элементе; Δ_{τ} – деформация заклепочного соединения.

В семидесятых годах для соединения элементов стальных конструкций во многих странах мира нашли применение высокопрочные болты.

Исследованиями действительной работы соединений с несущими болтами посвящено много работ. Следует отметить работу [7], в которой предложен вероятностный подход к расчету нормативных усилий натяжения высокопрочных болтов. Предложенная методика позволяет более правильно отразить в нормах проектирования несущую способность высокопрочных болтов во фрикционных соединениях мостовых конструкций.

В работе [8] приводится диаграмма деформативности одноболтового соединения, характеризующаяся тремя стадиями: упругая работа; сдвиг на разность диаметров болта и отверстия; работа соединения на смятие. Третья стадия имеет нелинейную связь между деформацией и усилием и выражается эмпирической зависимостью:

$$S(\Delta) = (C_1\delta + C_2\delta^2) \Delta + (C_3\delta + C_4\delta^2) \Delta^2,$$

где: δ – приведенная толщина соединяемых фасонков в односрезовом соединении; C_i – эмпирические параметры, дифференцированные по прочности материала соединяемых элементов.

При расчете статически неопределимых мостовых конструкций деформативность элементов с заклепочными и на высокопрочных болтах соединениями, согласно [26], учитывается посредством введения в расчет эквивалентных жесткостей элементов (EF), при которых упругое удлинение элементов равно увеличению расстояния между центрами узлов в конструкции. Как показали исследования влияния деформативности соединений в разрезных и неразрезных пролетных строениях увеличение усилий происходит с ростом деформативности узлов.

В работах [1, 2] приводится методика учета податливости стыков на несущих высокопроч-

ных болтах при расчете балочных пролетных строений. Авторы в своих исследованиях приходят к выводу о нелинейной зависимости между углом раскрытия упругого шарнира и изгибающим моментом.

Вышеизложенные обзор научно-исследовательских работ в области решетчатых каркасных конструкциях свидетельствует о существенном влиянии деформативности болтовых соединений на перераспределении внутренних усилий в элементах статически неопределимых систем и на деформации системы в целом.

Столь значительное влияние смещений в соединениях вынуждает весьма внимательно подходить к проектированию и расчету инвентарных надстроек вспомогательных опор, элементы которых соединяются на болтах нормальной точности.

Вопрос влияния смещений в болтовых соединениях на работу вспомогательных стационарных и плавучих опор, представляющий большой интерес применительно к мостостроению, ранее рассматривался в работах автора [9,10,14–17] и был продолжен в работах [18–21]. Здесь смещения Δ_i в болтовых соединениях решетчатых надстроек стационарных опор учитываются посредством замены модулей упругости E на модули линейной деформации E_{Δ} элементов, определяемых через модули деформации болтовых соединений в начале $E_{c,1i}$ и в конце $E_{c,2i}$ i -го элемента.

Модуль деформации болтового соединения E_{ci} при усилении N_i в i -м элементе запишется как:

$$E_{ci} = \frac{N_i}{\Delta_i} = \frac{T_i + S_i(\Delta_{cm})}{u + v + \Delta_{cm}},$$

где T_i – сила трения в соединении i -го элемента; $S_{i(\Delta)}$ – эмпирическая зависимость при работе соединения на смятие [8]; u – сдвиг соединения на разность номинальных диаметров болта и отверстия; v – допускаемые отклонения от номинальных диаметров болта и отверстия; Δ_{cm} – неупругая деформация смятия.

Изменение Δ_{li} расстояний между центрами узлов i -го элемента определяется как сумма упругой деформации Δ_{yi} и смещений в прикреплении Δ_{1i} и Δ_{2i}

$$\Delta_{li} = \Delta_{yi} + \Delta_{1i} + \Delta_{2i}.$$

или

$$\Delta_{li} = N_i \left(\frac{l_i}{EF_i} + \frac{1}{E_{c,1i}} + \frac{1}{E_{c,2i}} \right).$$

Отсюда находим модель линейной деформации i -го элемента

$$E_{\Delta i} = \frac{l_i E E_{c,1i} E_{c,2i}}{EF_i E_{c,1i} + EF_i E_{c,2i} + l_i E_{c,1i} E_{c,2i}}$$

Допуская, что величины смещений в соединениях в начале Δ_{1i} и конце Δ_{2i} i -го элемента одинаковы, модуль деформации элемента будет определять по формуле

$$E_{yi} = \frac{l_i E E_{ci}}{2E F_i + l_i E_{ci}}.$$

Расчет ведется методом итераций с поэтапным уточнением усилий в элементах. Итерационный процесс можно выполнять также уточняя напряжения σ_i в i -м элементе. В этом случае формула для определения модуля деформации будет иметь вид

$$E_{yi} = \frac{E}{\frac{2E \Delta_i}{l_i \sigma_i} + 1}.$$

В первом приближении значения E_{yi} определяются по напряжениям в конструкции с несмещающимися узлами.

Сдвиги в болтовых соединениях понтонов учитываются посредством введения упругих шарниров с коэффициентами жесткости K_i . Значения коэффициентов жесткости определяются по формуле:

$$K_i = \frac{M_i}{L_i},$$

где M_i – момент в i -м шарнире; L_i – угол раскрытия i -го шарнира.

С учетом вышеприведенных результатов научно-исследовательских работ определены задачи дальнейших исследований по выявлению напряженно-деформируемого состояния стационарных и плавучих вспомогательных опор для строительства мостов с учетом смещений в болтовых соединениях, деформаций фундаментов и взаимодействия, при совместной работе, надстроек с плашкоутами плавучих опор.

С учетом результатов исследований предложен метод расчёта вспомогательных стационарных и плавучих опор с учетом смещений в болтовых соединениях надстроек и плашкоутов. Основу расчета составляет замена модулей упругости материала на модули деформаций элементов решетчатых конструкций, а также введение упругих шарниров в местах болтовых соединений плашкоутов плавучих опор. Предложенная методика расчета плавучих опор распространяется на случаи как узких, так и широких плашкоутов. В результате численного анализа установлено, что наибольшее влияние смещения в соединениях оказывают на элементы решетки.

Список литературы

1. Аксельрод Э.Р., Вейнблат Б.М. Экспериментальные исследования изгибаемых элементов на несущих высокопрочных болтах // Сб. науч. тр. МАДИ. Вып. 134, 1977. – С. 98–101.
2. Аксельрод Э.Р. Учёт податливости стыков на несущих высокопрочных болтах при расчете неразрезных

пролетных строений // Сб. науч. тр. МАДИ. Вып.155, 1978. – С. 43–47.

3. Андреев В.Г., Зингоренко Г.И., Рудомазин Н.Н. Строительство моста через Москву-реку в Лужниках // Транспортное строительство. – 1958. – № 9. – С.9–15.

4. Бакарев П.И., Трифонов С.М. Демонтаж металлических пролетных строений при помощи плавучих опор // Транспортное строительство. – 1961. – № 11. – С.19–23.

5. Бегун Г.Б. Исследование некоторых вопросов статического расчёта и предельных состояний структурных плит. Автореф. канд. техн. наук. – М.: 1973. – 19 с.

6. Беленя Е.И., Ренский А.Б. Исследование работы и расчет комбинированных рам при податливых сопряжениях ригелей с колоннами // Исследования по металлическим конструкциям: Сб. науч. тр. ЦНИИСК, 1961. Вып. 4. – С.61–94.

7. Большаков К.П., Савельев В.Н., Зубков В.А., Хусид Р.Г. Методика определения несущей способности высокопрочных болтов во фрикционных соединениях // Исследования стальных и сталежелезобетонных балочных мостов: Сб. науч. тр. ЦНИИСК, 1976. Вып. 99. – С.143–151.

8. Вейнблат Б.М., Бунеев Г.И. Расчёт сооружений с несущими высокопрочными болтами // Сб. науч. тр. МАДИ, 1975. Вып.77. – С.37–42.

9. Вейнблат Б.М., Должиков В.Н. Рекомендации по методике расчета вспомогательных опор из элементов МИК-С // Типовые решения специальных вспомогательных сооружений с применением МИК-С и МИК-П. – М.: СКБ Главлостроя, 1979. – С.5–6.

10. Вейнблат Б.М., Должиков В.Н. К расчету инвентарных надстроек вспомогательных опор // Сб. науч. тр. МАДИ, 1979. Вып. 167. – С.114–117.

11. Гевондян З.С., Кудинов В.Г. Перевозка на плавучих железобетонных ригелях // Транспортное строительство. – 1968. – № 8. – С.9–11.

12. Гениев А.Н., Беленя Е.И. Пространственная работа конструкций промышленного цеха // Исследование металлических конструкций: Сб. науч. тр. ЦНИИСК / Под ред. Н.С. Стрелюцкого. – М.: Госстройиздат, 1940. – С.3–50.

13. Дж. Аргирис. Современные достижения в методах расчета конструкций с применением матриц // Перев. с англ., под ред. А.Ф. Смирнова. – М.: Стройиздат, 1968. – 241 с.

14. Должиков В.Н. Расчёт плашкоутов плавучих систем с учетом смещений в стыках понтонов // Исследования конструкций автодорожных и городских мостов: Сб. науч. тр. МАДИ, 1980. – С. 103–108.

15. Должиков В.Н. Влияние смещений в соединениях на распределение усилий в элементах вспомогательных опор // Материалы научн. техн. конф. молодых ученых МАДИ. М.: ВНИИИС. № 1993, 1980. – С. 78–81.

16. Должиков В.Н. Расчёт плашкоутов плавучих систем по методу перекрестных балок // Строительная механика и расчёт автодорожных конструкций: Сб. науч. тр. МАДИ. 1980, С.84–86.

17. Должиков В.Н. Экспериментальные исследования работы вспомогательных опор с болтовыми соединениями элементов // Исследование автодорожных мостов и тоннелей: Сб. научн. тр. МАДИ, 1981. – С. 91–95.

18. Должиков В.Н., Должиков А.В. Результаты расчета стержневой конструкции с внешней статической неопределимостью с податливыми соединениями // Международный журнал экспериментального образования. – 2009. – № 6 – С.21.

19. Должиков В.Н., Должиков А.В. Исследование влияния податливости соединений на напряженно-деформированное состояние стержневых конструкций с внутренней статической неопределимостью // Современные наукоёмкие технологии. – 2009. – № 10. – С.49–50.

20. Должиков В.Н., Должикова Е.Н. Учет смещений при креплении элементов надстроек и стыках плашкоутов плавучих опор // Современные наукоёмкие технологии. – 2013. – №3. – С.99–100.

21. Должиков В.Н. Определение дополнительных перемещений по направлению неизвестных опорных реакций надстройки от сдвигов в стыках понтонов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – №4. – С.115–117.

22. Зубков В.А. Исследования болтосрезных соединений на высокопрочных болтах. // Исследования металлических мостов: Сб. научн. тр. ЦНИИСК, 1976. Вып. 98.

23. Зубков В.А. Исследование резервов несущей способности соединений на высокопрочных болтах в мосто-

вых конструкциях: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: ВНИИ транс. стр-ва. 1977. – 19 с.

24. Зубков В.А. Влияние деформативности соединений на распределение усилий между элементами сквозных пролетных строений // Исследования металлических мостов: Сб. научн. тр. ЦНИИС, 1979. Вып. 110. – С.76–92.

25. Зуева И.И. Экспериментально-теоретическое исследование структурных конструкций из прокатных профилей на болтах нормальной точности: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: ЦНИИСК им. Кучеренко. 1976. – 19 с.

26. Клепиков Л.В. Исследования совместной работы оснований фундаментов и поперечных рам промышленных зданий со стальным каркасом: Автореф. дис. ... канд.техн. наук. – М.: МИСИ, 1955. – 13 с.

27. Колоколов Н.М., Вейнблат Б.М. Строительство мостов. – М.: Транспорт, 1975. – 525 с.

28. Лесохин Б.Ф. Экспериментальные исследования болтосварного пролетного строения под нагрузкой // Сб. научн. тр. ЦНИИС, 1970. Вып. 76. – С.80–105.

29. Морачевский Т.Н. Экспериментальные исследования жесткости узловых соединений стальных каркасов многоэтажных зданий: Автореф. дис. ...канд. техн. наук. – М., 1951. – 36 с.

30. Новый мост через Волгу / Ю.М. Митрофанов, Н.В. Быков, Б.М. Вейнблат, Н.П. Дудченко, В.И. Прудников // Транспортное строительство. – 1974. – № 1. – С.10–13.

31. Осипов В.О. Долговечность заклёпочных и болтовых соединений мостов // Автореф. дис... д.т.н. – М.: МИСИ, 1972. – 36 с.

32. Пособие по проектированию плавучих средств из понтонов типа КС при сооружении мостов. – М.: СКБ Главмостостроя, 1971. – 114 с.

33. Продольная навивка железобетонной коробчатой балки из сборных блоков (США) // Строительство инженерных сооружений. – 1977. – № 3. – С.8.

34. Ренский А.Б. Деформативность и прочность фланцевых сооружений ферм с колоннами в стальных каркасах промышленных зданий // Сб. научн.тр. МИСИ, 1958. Вып. 22. – С.16–58.

35. Ренский А.Б. Работа и расчет фланцевых сопряжений ригелей с колоннами стальных комбинированных рам каркасов производственных зданий: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: МИСИ им. Куйбышева, 1958. – 11 с.

36. Соловьёв Г.П. Организация работ по строительству мостов. – М.: Транспорт, 1978. – 336 с.

37. Соединения на несущих высокопрочных болтах в строительных металлоконструкциях / Н.Н. Стрелецкий,

Б.М. Вейнблат, А.Ф. Княжев, А.А. Мурадян // Промышленное строительство. – 1979. – № 2. – С.27–29.

38. Троицкий Ю.Г. Работа поясных заклёпок изгибаемых балок // Сб. научн. тр. ЦНИИС. Вып. 16. – 1955. – С. 145–191.

39. Трофимов В.И. Исследования и расчёт новых типов металлических опор линий электропередачи. – М.: Энергия, 1968. – 423 с.

40. Трофимов В.И., Третьякова Э.В., Зуева И.И. Учет влияния податливости болтового соединения на работу структурной конструкции // Строительная механика и расчёт сооружений. – 1976. – № 1. – С.24–26.

41. Фридкин А.Я. Стальные рамы промышленных зданий с упругоподатливыми соединениями в узлах: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Л.: «Ленингр. Промстройпроект», 1955. – 18 с.

42. Хазан И.А., Фельдман М.Б., Карасик М.Е. Продольная навивка неразрезных железобетонных пролетных строений мостов (Зарубежный опыт) – М.: Оргтрансстрой, 1973. – 43 с.

43. Хромец Ю.Н. Влияние податливости заклёпочных соединений на работу проезжей части металлических пролетных строений // Сб. научн.тр. ЦНИИС. – 1960. – № 2. – С. 79–96.

44. Хусид Р.Г. Экспериментальное исследование податливости заклёпочных и болтовых соединений // Сб. научн. тр. МАДИ, 1978. Вып. 155. – С.72–75.

45. Хусид Р.Г. Экспериментальное исследование податливости заклёпочных и болтовых соединений // Сб. научн. тр. МАДИ, 1978. Вып. 155. – С.72–75.

46. Хусид Р.Г. Исследование работы комбинированных клёпано-болтовых соединений: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Л.: Изд. ЛИИЖТ, 1977. – 23 с.

47. Шаталов В.И. Совместная работа конструкций каркасных зданий с основанием на просадочных грунтах: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Киев: Изд. НИИСК, 1980. – 24 с.

48. Fisher I.W. and Rumpf I.Z. Analysis of Bolted Butt Joints. Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 91, No.ST5, Proc. Paper 4513, oct. 1965, pp. 181–203.

49. Nair R.S., Birkemoe R.C. and Munse W.H. High Strength Bolts Subject to Tension and Pruing. – Journal of the Structural Division, ASCE, 1974, Vol. 100, No; ST2, pp. 351–372.

50. Wallaert I.I., Sterling G.H. and Fisher I.W. What Happens to Bolt Tension in Large Joints? Fasteners.Vol. 20, No. 3, 1965, pp. 8–10.

**«Фундаментальные и прикладные исследования в медицине»,
Франция (Париж), 19–26 октября 2016 г.**

Биологические науки

**ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ
ОСМОТИЧЕСКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ
ЭРИТРОЦИТОВ КРОВИ БЕЛЫХ
КРЫС ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ
ТЕРМИЧЕСКОЙ ТРАВМЕ**

Ажикова А.К., Фельдман Б.В.

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный
медицинский университет» Минздрава России,
Астрахань, e-mail: alfia-imacheva@mail.ru

В природных и производственных условиях нашего времени организм нередко испытывает влияние жестких факторов окружающей среды. Картину патофизиологических изменений организма подтверждает анализ крови [1]. Белые клетки крови, имея высокую реактивность, быстро включаются в адаптационные реакции.

Они способны к неспецифическому реагированию в ответ на стрессогенные воздействия. Красные кровяные клетки также способны отразить динамику изменений при проведении биохимических исследований [3]. При этом чувствительным показателем, отражающим антиоксидантное равновесие организма, является состояние плазматической мембраны эритроцитов. Под действием осмотических сил вода поступает из гипотонического раствора внутрь эритроцитов. Они набухают, мембрана их растягивается, а затем под действием механических сил разрушается. При этом раствор, содержащий кровь, становится прозрачным и приобретает ярко-красный цвет («лаковая кровь»). Осмотический гемолиз эритроцитов здорового человека начинается в 0,46–0,48 % растворах на-