

УДК 616.053-2-036;613.865-12-02

КОМПЛЕКСНАЯ ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТРУДА РАБОТНИКОВ ВЕДУЩИХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ГРУПП ПРИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ СТРОИТЕЛЬСТВА

**Л.В. Прокопенко, Э.Ф. Шардакова, Е.Г. Ямпольская,
В.В. Елизарова, А.В. Лагутина**

НИИ Медицины труда РАМН, Москва

Проведены физиолого-гигиенические исследования на профессиональных группах монтажников и арматурщиков при современных формах строительства зданий. Показано, что при оценке функционального состояния организма исследуемых, как по объективным, так и по субъективным показателям, отмечается развитие утомления в динамике смены. При этом, в группе арматурщиков развивающееся утомление выражено в значительно большей степени, чем у монтажников. Для поддержания оптимального уровня работоспособности в течение смены и сохранения здоровья работников, занятых при современном строительстве, предложено введение комплекса профилактических мероприятий в режим рабочего дня.

Ключевые слова: монтажники, арматурщики, функциональное состояние организма, нервно-мышечная система (НМС), сердечно-сосудистая система (ССС), индекс функциональных изменений (ИФИ), коэффициент утомления.

Введение. Сохранение профессионального здоровья, сокращение заболеваемости и травматизма во всех сферах экономической деятельности, в том числе и строительной, является важнейшей задачей социальной политики государства. Строительство – особый вид экономической деятельности, требующий специального подхода к решению вопросов сохранения здоровья работников, высокого уровня работоспособности организма строителей и оптимизации их труда. Это зависит, прежде всего, от двух важных особенностей: повышенной опасности при строительных работах и особых производственных требований к возводимым современным зданиям и сооружениям. В процессе строительства работники сталкиваются с большим количеством неблагоприятных и опасных факторов – работа на открытом воздухе, нередко, при неблагоприятных погодных условиях, работа на высоте, контакт с вредными веществами, а также работа с разнообразным специализированным оборудованием. Следует также отметить, что в современном строительном производстве все еще достаточно высока доля ручного труда. Около 15% лиц от общей численности работников отрасли связаны не только с тяжелым физическим трудом, но и с нервно-психическими перегрузками

вследствие выполнения работы на высоте (Хазовская, 1974; Жилов, Ретнев, 1987; Солдак и др., 1992; Матюхин и др., 2005; Плошкин, Лихман, 2009; Прокопенко и др., 2010).

Внедрение передовых технологий в строительное производство привело к развитию новых методов возведения зданий – монолитному строительству с использованием специальных форм (опалубков) непосредственно на строительной площадке. Отличие монолитного строительства от других видов домостроения заключается в том, что весь процесс строительства несущего каркаса переносится непосредственно на строительную площадку самого здания, причем все элементы строительного каркаса изготавливаются на месте строительства. Ведущую роль в строительстве зданий монолитным способом занимает профессия арматурщика (Плошкин, Лихман, 2009). Кроме монолитного строительства в настоящее время значительное место в строительстве занимает сборное домостроение, в котором основную работу выполняют монтажники стальных и железобетонных конструкций. Процесс монтажа включает захват конструкций, подъем и установку их на опоры, выверку и закрепление. При закреплении конструкций широко применяется сварка с использованием закладных металлических деталей или цементного раствора.

Исходя из вышеизложенного, целью настоящей работы явилась комплексная оценка физиолого-гигиенических показателей, характеризующих функциональное состояние организма монтажников и арматурщиков в условиях современного домостроения.

Методика. Гигиеническая оценка условий труда на рабочих местах строителей проводилась в соответствии с действующими Санитарным законодательством и «Руководством по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификации условий труда» Р 2.2.2006-05.

Для оценки функционального состояния организма использовали комплекс физиологических методов, позволяющий оценить состояние основных систем организма, в частности, нервно-мышечной, сердечно-сосудистой и центральной нервной. Состояние нервно-мышечной системы оценивалось по показателям динамометрии мышц кисти, станových мышц корпуса и ног, а также тремометрии; сердечно-сосудистой системы – по показателям частоты сердечных сокращений и артериального давления; центральной нервной системы – по показателю латентного периода зрительно-моторной реакции на световой раздражитель.

Для выявления потенциальной способности организма работников изучаемых профессиональных групп адаптироваться к выполняемой ими работе был рассчитан индекс функциональных изменений ИФИ (Баевский, 1979). Кроме того, на основе изменений в динамике смены силы и выносливости мышц кисти к статическому

усилию и латентного периода зрительно-моторной реакции был рассчитан коэффициент утомления (Прокопенко и др., 2010).

Наряду с объективными методами исследования в динамике смены был проведен анкетный опрос, выявляющий жалобы на возникновение болевых ощущений в различных частях тела.

Полученные материалы физиологических исследований обработаны методом вариационной статистики с определением достоверности по критерию Стьюдента и Фишера.

Изучение функционального состояния организма проводилось на группе арматурщиков из 15 человек в возрасте 25-35 лет со стажем работы не менее 3-х лет и группе монтажников железобетонных конструкций из 18 человек в возрасте 28-42 года со стажем работы не менее 5 лет. Исследования проводились 4 раза в смену: до работы, перед обеденным перерывом, через 1,5 ч после перерыва и в конце смены.

Результаты и обсуждение. В результате проведенных гигиенических исследований на рабочих местах изучаемых профессиональных групп было показано, что содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны у работников обеих групп не превышало установленных нормативов (2-й допустимый класс условий труда).

Гигиеническая оценка шума на рабочих местах монтажников железобетонных конструкций свидетельствовала о том, что сменные эквивалентные уровни не превышали установленные нормативы (2-й класс). В то же время эквивалентные уровни шума на рабочих местах арматурщиков (с учетом времени занятости работника при выполнении различных технологических операций) превышали установленные нормативы в 1,5-2 раза (класс 3.2).

Изучение функционального состояния организма рабочих изучаемых профессиональных групп проводилось в относительно благоприятных метеорологических (микrokлиматических) условиях (конец августа – начало сентября). В связи с этим температура воздуха, относительная влажность и скорость движения воздуха находились в пределах допустимых величин.

Труд монтажников заключается в установке блоков наружных и внутренних стен, плит перекрытий и др. При выполнении монтажных работ основными неблагоприятными факторами трудового процесса, определяющими тяжесть труда, являются статическая нагрузка на мышцы рук и плечевого пояса, которая составляет 57000 кгс. с, что значительно превышает допустимые величины и соответствует 3-му классу 1 степени вредности. Монтажные работы выполняются в позе стоя, которая занимает более 80% рабочего времени смены. При этом рабочим часто приходится выполнять производственные операции на коленях, присев, на корточках и т.д., что соответствует вредному классу

3.2. По остальным показателям тяжести трудового процесса (масса поднимаемого вручную груза, физическая динамическая нагрузка, число глубоких наклонов и др.) труд монтажников относится к допустимому, 2-му классу, что соответствует итоговой оценки тяжести трудового процесса монтажников – вредный класс 3.2.

Работа арматурщика связана с вязкой проволочных узлов при помощи вязальных крючков. Процесс характеризуется большой статической нагрузкой на кисти рук и плечевой пояс, так как вязальная проволока затягивается петлей: в место скрещивания проволоки вставляется вязальный крючок и 5-6-ю вращательными движениями рук затягивается до плотного закрепления стержней арматуры. За смену арматурщик связывает до 600 узлов. Статическая нагрузка на кисть правой руки за смену составляет 54000 кгс. с, что превышает допустимые величины и соответствует классу 3.1. Кроме того, арматурщики длительное время (более 80% времени смены) находятся в позе стоя с периодическим пребыванием (до 50%) в неудобных рабочих позах (на коленях, присев, на корточках – класс 3.2). Количество наклонов также превышает допустимые величины и относится к классу 3.2. Остальные показатели (подъем груза вручную, перенос груза в динамике рабочей смены, перемещение в пространстве, характеризующие тяжесть труда, соответствуют допустимым величинам). В целом труд арматурщиков по степени физической тяжести относится к классу 3.3.

Проведенные исследования по изучению функционального состояния организма в динамике смены изученных профессиональных групп представлены в таблице 1. Из нее следует, что наибольшие изменения в динамике смены у монтажников отмечаются в нервно-мышечной системе. Признаки ее утомления появляются уже к обеденному перерыву, т.е. в первой половине смены и далее нарастают к концу работы. Это видно по снижению выносливости мышц кисти к статическому усилию на 14,5% и максимальной мышечной работоспособности (ММР) – на 21,6%. Выносливость становых мышц снижается на 21,8%, а ММР – на 28,9%.

Аналогичная динамика отмечается и при исследовании динамометрических показателей арматурщиков, однако изменения в динамике смены здесь более выражены (табл. 1). Это проявляется в снижении силы и выносливости мышц кистей рук к концу смены на 28,5% и ММР – на 31,8%. Выносливость становых мышц корпуса снижается к концу работы на 25,6%, а ММР – на 37,9%. Выявленные изменения в динамике смены свидетельствуют о более выраженном развитии утомления нервно-мышечной системы (НМС) организма арматурщиков. Развивающееся утомление можно рассматривать как суммарное проявление изменений, происходящих на разных уровнях НМС, обуславливающих снижение работоспособности.

Изменение показателей динамометрии у лиц изучаемых профессиональных групп в динамике смены ($M \pm m$)

Показатели	Профессиональные группы			
	монтажники		арматурщики	
	начало смены	конец смены	начало смены	конец смены
Кистевая динамометрия				
Сила (кг)	42,4±1,42	39,8±2,12	32,7±1,34	31,2±1,98
% снижения	–	6,2	–	4,6
P	–	<0,05	–	<0,02
Выносливость (с)	18,9±1,96	15,8±2,3	14,4±2,18	10,3±1,98
% снижения	-	14,5	–	28,5
P	-	<0,05	–	<0,05
ММР (кгс. с)	801,4±19,8	628,8±28,2	470,88±28,4	321,3±29,8
% снижения	–	21,6	–	31,8
P	–	<0,05	–	<0,05
Становая динамометрия				
Сила (кг)	89,8±2,12	81,6±2,18	98,4±1,67	82,8±1,98
% снижения	–	9,2	-	15,9
P	–	< 0,05	-	< 0,05
Выносливость (с)	13,8±1,46	10,8±1,96	14,9±2,18	11,1±1,68
% снижения	–	21,8	–	25,6
P	–	<0,05	–	<0,05
ММР (кгс. с)	1239,2±31,8	881,3±28,2	1466,2±22,4	919,0±29,8
% снижения	–	28,9	–	37,9
P	–	<0,05	–	<0,05

Отмеченные изменения динамометрических показателей, свидетельствующие о развитии утомления, подтверждаются и при изучении тремора кистей рук, который у монтажников достоверно увеличивался к концу работы практически в 2 раза ($7,93 \pm 0,54$ касаний до работы и $13,94 \pm 0,81$ касания в конце работы). У арматурщиков также отмечается увеличение в 2,5 раза тремора рук. Так, если в начале смены число касаний за 30 сек составляло $9,7 \pm 1,16$, то к концу работы оно достигало $29,8 \pm 2,13$ касаний.

При изучении функционального состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) монтажников отмечается увеличение частоты сердечных сокращений (ЧСС) на 28,4-30,7% при относительно устойчивых показателях артериального давления. Выполнение работы на высоте приводит к более выраженным изменениям показателей ССС. Так, если при выполнении монтажниками работы на нижних этажах ЧСС к концу смены увеличивалась на 30,7%, то такая же работа на

высоте приводила к увеличению ЧСС на 40,8%. Выявленное увеличение ЧСС у арматурщиков в конце смены на 28-35% свидетельствует о развитии напряжения ССС. При этом необходимо отметить, что выполнение работы на высоте приводит к еще большему напряжению ССС, что проявляется в увеличении ЧСС к концу смены на 49-54%.

ИФИ, рассчитанный у монтажников, составил 2,59 у. е. до работы, что характеризует удовлетворительную адаптацию организма к выполняемой работе. После работы ИФИ составил 2,96 у. е., т.е. выполняемая монтажниками работа вызвала уже напряжение ССС и адаптационных механизмов. У арматурщиков ИФИ до работы составлял 2,34 у. е., т. е. соответствовал достаточным функциональным возможностям организма и удовлетворительной адаптации. К концу рабочей смены индекс равнялся 2,83 у. е., что соответствовало состоянию функционального напряжения ССС и напряжению адаптационных механизмов.

Функциональное состояние центральной нервной системы (ЦНС) у монтажников было относительно стабильным в динамике смены, что, вероятно, обусловлено волевым усилием поддержания скорости реакции на должном уровне при выполнении монтажных работ. У арматурщиков отмечалось увеличение латентного периода ЗМР на 17,5% к концу работы, а при выполнении работы на высоте латентный период ЗМР повышался на 26,6%. Анализ полученных данных свидетельствует о том, что под влиянием фактора высоты выполнение одной и той же работы вызывает более существенные изменения в функциональном состоянии организма арматурщиков.

Таким образом, отмеченные изменения в НМС, ССС и ЦНС организма монтажников и арматурщиков следует рассматривать как проявление производственного утомления, развивающегося на протяжении смены. Полученные данные получили подтверждение при проведении анкетного опроса по выявлению жалоб на возникновение болевых ощущений в различных частях тела (табл. 2).

Как показал опрос, наибольший процент жалоб монтажники предъявляли на боли в поясничном отделе позвоночника (55,3%), кистях рук (40,8%) и плечевом поясе (52,3%). Среди арматурщиков большее число жалоб предъявлялось на боли в области кистей рук (70,8%), плеч (62,3%) и поясничного отдела позвоночника (65,3%). На общую усталость в конце смены жаловались 60,2% монтажников и 80,2% арматурщиков.

Выявленные объективные изменения в функциональном состоянии организма монтажников и арматурщиков, подтвержденные субъективными жалобами на возникновение болей, являются причиной развития утомления, которое с увеличением стажа работы может перейти в переутомление или перенапряжение и явиться риском развития патологических нарушений.

Жалобы, предъявляемые работниками на боли
в различных частях тела (в % к общему числу опрошенных)

Жалобы	Монтажники		Арматурщики	
	начало смены	конец смены	начало смены	конец смены
Шейный отдел позвоночника	10,6	38,4	19,6	58,4
Поясничный отдел позвоночника	21,3	55,3	31,3	65,3
Кисти рук	16,5	40,8	26,5	70,8
Плечевой пояс	20,1	52,3	30,1	62,3
Общая усталость	18,6	60,2	23,6	80,2

Проведенные комплексные исследования показали, что работа, выполняемая монтажниками стальных и железобетонных конструкций, вызывает определенные изменения в отдельных системах организма работающих, которые могут свидетельствовать о развитии утомления. Рассчитанный на основании этих изменений коэффициент утомления составил 0,25 у. е., что соответствует развитию выраженного утомления. В то же время коэффициент утомления у арматурщиков, равный 0,43 у. е., свидетельствует о развитии чрезмерного утомления при вязке узлов арматуры.

Таким образом, исследования, проведенные на двух профессиональных группах строителей, монтажниках железобетонных конструкций и арматурщиках современного монолитного строительства, показали, что у работников обеих групп развиваются неблагоприятные функциональные изменения, свидетельствующие о развитии перенапряжения отдельных систем организма, причем в группе арматурщиков эти изменения выражены в большей степени. При этом следует отметить, что выполнение работы на высоте является одним из факторов, приводящих к более выраженным изменениям в различных системах организма.

С увеличением стажа работы в профессии развивающееся напряжение отдельных систем организма может явиться риском развития патологических нарушений. На основании большого массива обследований рабочих различных отраслей, в том числе и строительной, была рассчитана вероятность развития случаев профессиональной патологии опорно-двигательного аппарата (ОДА) и периферической нервной системы (ПНС) в зависимости от уровня тяжести трудового процесса. Установлено, что при тяжести трудового процесса 3 класса 1-2-й степеней развитие патологии может наступить в 17,1-37,0% случаев.

В связи с вышесказанным, для предупреждения развития утомления, перенапряжения и, как следствие, риска развития профессиональных заболеваний, необходимо проведение комплекса профилактических мероприятий, направленных на поддержание

работоспособности на оптимальном уровне в течение смены и сохранение здоровья работающих. Одной из мер профилактики является внедрение рационального режима труда и отдыха с 10-минутными перерывами через каждые 2 ч работы, во время которых целесообразно проведение мероприятий, способствующих предупреждению риска развития профессиональных заболеваний. С целью уменьшения тяжести труда следует предусмотреть чередование различных производственных операций, смену более интенсивной и менее интенсивной работы, более высокого и менее высокого темпа. Регламентированные перерывы следует заполнять упражнениями, направленными на расслабление мышц корпуса и рук, а также пассивным отдыхом. Кроме того, целесообразно применять биостимулирующие напитки, содержащие витамины и микроэлементы.

Выводы. 1. Гигиеническая оценка условий труда на рабочих местах изучаемых профессиональных групп строителей показала, что в комплексе неблагоприятных факторов производственной среды (шум, температурный режим, концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны) только уровень шума на рабочих местах арматурщиков превышал допустимые нормативы. Остальные факторы производственной среды находились в пределах допустимых величин.

2. Профессиографический анализ трудовой деятельности изученных профессиональных групп строителей свидетельствует о том, что основными неблагоприятными факторами тяжести труда в группе монтажников и арматурщиков являются статическая нагрузка и время пребывания в неудобной рабочей позе. Общая оценка тяжести труда монтажников соответствует классу 3.2, тяжелый труд 2-й степени, а арматурщиков – классу 3.3, тяжелый труд 3-й.

3. Выполнение производственного задания приводит к изменению функционального состояния организма работников изучаемых профессий, свидетельствующего о напряжении механизмов регуляции нервно-мышечной, сердечно-сосудистой и центральной нервной систем в динамике смены. В группе арматурщиков состояние утомления более выражено, по сравнению с монтажниками.

Список литературы

- Баевский Р.М.* 1979. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М.: Медицина. 295 с.
- Жилов Ю.Д., Ретнев В.М.* 1987. Гигиена труда в строительстве и в промышленности строительных материалов // Руководство по гигиене труда. Т. 11. С. 350-359.
- Матюхин В.В., Шардакова Э.Ф., Ямпольская Е.Г., Елизарова В.В., Лагутина Г.Н.* 2005. Профессиональные риски развития функционального перенапряжения у работников строительных профессий // Профессия и

здоровье: сб. материалов VI всерос. конгресса (25-27 октября 2005 г.). М. С. 115-117.

Плошкин В.В., Лихман Е.В. 2009. Оценка и управление профессиональными рисками на строительном предприятии // Национальная стратегия снижения профессиональных рисков и создания безопасных условий труда на рабочих местах: сб. тез. выступлений IV междунар. науч-практ. конф. (8-10 декабря 2009 г.). М. С. 119-122

Прокопенко Л.В., Шардакова Э.Ф., Ямпольская Е.Г., Елизарова В.В., Дунайло Е.А. 2010. Оценка функционального состояния организма рабочих строительных профессий в условиях современного монолитного строительства // Профессия и здоровье: сб. материалов XI всерос. конгресса (24-26 ноября 2010 г.). М. С. 566-568.

P 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификации условий труда. <http://docs.cntd.ru/document/1200040973>

Солдак И.И., Максимович В.А., Жученко И.П. 1992. Контроль и поддержание функционального состояния работающих в нагревающем микроклимате подземных выработок // Гигиенические основы профилактики неблагоприятного воздействия производственного микроклимата на организм человека. М. Вып. 43. С. 109-116.

Хазовская Э.Г. 1974. Динамика функционального состояния организма строителей основных видов строительного-монтажных работ при различных режимах труда и отдыха: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М. 24 с.

INTEGRATED PHYSIOLOGICAL-HYGIENIC EVALUATION OF LABOR IN LEADING PROFESSIONAL GROUPS UNDER MODERN TECHNOLOGIES OF CONSTRUCTING ACTIVITIES

**L.V. Prokopenko, E.F. Shardakova, E.G. Yampolskaya,
V.V. Elizarova, A.V. Lagutina**

Institute of Occupational Health RAMS, Moscow

Physiological-hygenic studies of assemblers and steelfixer unders modern technologies of constructing activities have been conducted. Both groups show the increasing fatigue, revealed by objective and subjective parameters. Steelfixers show faster onset and more pronounced degree of the fatigue. Profilactic measures are suggested to maintain efficiency and health of workers during the shift.

Keywords: *assemblers, steelfixers, functional state of organism, neuromuscular system (NMS), cardiovascular system (CVS), index of functional changes (IFC), fatigue coefficient.*

Об авторах:

ПРОКОПЕНКО Людмила Викторовна – доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора ФГБУ НИИ «Медицины труда» РАМН, 105275, Москва, пр-т Буденного, д. 31, e-mail: niimt@niimt.ru.

ШАРДАКОВА Эмилия Федоровна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории физиологии труда и профилактической эргономики, ФГБУ НИИ «Медицины труда» РАМН, 105275, Москва, пр-т Буденного, д. 31, e-mail: ft-matuhin@mail.ru.

ЯМПОЛЬСКАЯ Елизавета Григорьевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологии труда и профилактической эргономики, ФГБУ НИИ «Медицины труда» РАМН, 105275, Москва, пр-т Буденного, д. 31, e-mail: ft-matuhin@mail.ru.

ЕЛИЗАРОВА Валентина Васильевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологии труда и профилактической эргономики, ФГБУ НИИ «Медицины труда» РАМН, 105275, Москва, пр-т Буденного, д. 31, e-mail: ft-matuhin@mail.ru.

ЛАГУТИНА Алла Владимировна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологии труда и профилактической эргономики, ФГБУ НИИ «Медицины труда» РАМН, 105275, Москва, пр-т Буденного, д. 31, e-mail: ft-matuhin@mail.ru.

Прокопенко Л.В. Комплексная физиолого-гигиеническая оценка труда работников ведущих профессиональных групп при современных технологиях строительства / Л.В. Прокопенко, Э.Ф. Шардакова, Е.Г. Ямпольская, В.В. Елизарова, А.В. Лагутина // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2014. № 1. С. 65-74.