

Ю.Б. Моисеев¹, С.П. Рыженков¹,
А.Ю. Страхов¹, С.В. Яковлев²



Оценка противоминного амортизационного кресла члена экипажа боевой машины на соответствие эргономическим требованиям

¹Центральный научно-исследовательский институт Военно-воздушных сил, Москва

²Главное военно-медицинское управление, Москва

Резюме. Эффективность защиты личного состава подвижной боевой машины при подрыве на противотранспортной mine зависит не только от собственно противоударных характеристик кресла, но и от его эргономичности, а также от умения военнослужащего правильно пользоваться элементами средств защиты. Эргономичность противоминного амортизационного кресла проверялась аналитическим путем – при сопоставлении характеристик кресла с требованиями нормативных документов – и экспериментальным путем – в испытаниях с участием добровольцев. Геометрические характеристики разработанного противоминного амортизационного кресла для защиты членов экипажа подвижной бронированной техники от подрыва противотранспортной mine в основном соответствуют требованиям ГОСТ 21889-76 «Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования». Отличия от требований ГОСТ не ведут к снижению его эргономических характеристик. Конструкция привязной системы кресла позволяет военнослужащему самостоятельно отрегулировать ремни привязной системы и быстро зафиксироваться в кресле. В исследовании с участием 15 испытуемых установлено, что 30-минутное пребывание в кресле в зимнем и летнем снаряжении не ведет к серьезным нарушениям удобства и не вызывает заметного снижения самочувствия, активности и настроения испытуемых. Размещение в зимнем снаряжении немного комфортнее, чем в летнем снаряжении. Наибольшее неудобство, отмеченное испытуемыми, связано с конструкцией подголовника, в недостаточной степени обеспечивающей опору для головы. Таким образом, испытанный макет противоминного амортизационного кресла, несмотря на выявленные небольшие недостатки, показал приемлемый уровень эргономических характеристик, что позволяет рекомендовать его для проведения дальнейших динамических испытаний.

Ключевые слова: эргономика, противоминная защита, амортизационное кресло, эргономическая оценка, испытания, бронированная подвижная техника, система фиксации, безопасность.

Введение. Вооруженные конфликты последних десятилетий характеризуются высокой интенсивностью минной войны, приводящей к гибели и травмированию личного состава, находящегося на борту подвижной военной техники (ВТ). Для защиты военнослужащих от действия неблагоприятных факторов подрыва противотранспортных мин, прежде всего от неблагоприятного действия ударной перегрузки, создаются специальные средства защиты, важнейшими элементами которой являются противоминные амортизационные кресла (ПАК) с привязной системой. ПАК предназначены для размещения члена экипажа боевой машины и десантников во время перемещения объекта ВТ и для защиты человека от неблагоприятного действия ударной перегрузки, сопровождающего минный подрыв. Таким образом, кресло должно, с одной стороны, обеспечивать военнослужащему максимальный комфорт в процессе штатной деятельности, а с другой – обладать высокой защитной эффективностью. Удобство размещения является условием как поддержания высокой работоспособности военнослужащего, так и обеспечения противоударной

защиты, поскольку нарушения позы, вызванные дискомфортом, такие как смещение тазовой области по поверхности сиденья кпереди относительно спинки кресла или отклонение верхней части туловища, ведут к повышению риска травмирования позвоночника при действии ударной перегрузки «голова – таз» в 1,5–2 и более раз по сравнению с правильной позой.

Первое из заявленных свойств (удобство размещения) достигается за счет полного учета эргономических, в первую очередь, антропометрических, требований. Только в этом случае можно создать условия, формирующие у сидящего в кресле человека состояние функционального комфорта – оптимального функционального состояния активно действующего (работающего) человека, которое свидетельствует о благоприятных для него условиях, средствах деятельности, ее цели, процессах и содержании [3]. Важнейшей составляющей функционального комфорта является соматический комфорт, связанный с обеспечением соответствия размерных характеристик рабочего места антропометрическим параметрам военнослужащих и создания оптимальных

углов в суставах сидящего человека. В значительной степени последние требования аккумулированы в ГОСТ 21889-76 «Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования» [1]. Однако требования данного документа сформулированы таким образом, что их количественное выражение можно получить лишь с учетом антропометрических показателей того контингента, для которого кресла предназначены. В связи с этим необходимо изучить соответствующие антропометрические показатели военнослужащих.

Эргономические требования далеко не всегда и в неполной мере удается реализовать на практике, поскольку конструкция конкретных образцов ВТ нередко накладывает серьезные ограничения, обусловленные дефицитом пространства внутри машины. Поэтому оценка степени удобства размещения военнослужащих на вновь разрабатываемых противоминных амортизационных креслах не должно сводиться только к измерению геометрических характеристик кресла и проверке их на соответствие стандарту. По нашему мнению, более полную и объективную картину даст проведение примерочных испытаний с участием добровольцев.

Цель исследования. Теоретическая (путем сравнения с требованиями ГОСТ 21889-76) и исследовательская (с участием добровольцев) оценка степени комфортности размещения человека в макете ПАК.

Материалы и методы. Работа выполнялась в несколько этапов. На первом этапе проводилось изучение антропометрических характеристик современных военнослужащих. Показатели тотальных размеров тела (рост стоя, окружность груди III, масса тела) были получены по результатам анализа медицинских книжек 11443 десантников. Остальные размеры (рост сидя, высота надплечий над сиденьем, высота подколенной ямки над полом, расстояние от спинки кресла до подколенной ямки, акромиальный диаметр, наибольший диаметр бедер с учетом мягких тканей) исследовались с использованием традиционных антропометрических методик [2] у 881 десантника и 126 курсантов. На втором этапе был рассчитан ряд количественных показателей кресла в соответствии с ГОСТ 21889-76. Далее проводились измерения ряда геометрических характеристик ПАК и их сравнение с требованиями действующего ГОСТ 21889-76, рассчитанными исходя из антропометрических характеристик военнослужащих. Поскольку ПАК имеет не все конструктивные особенности, регламентируемые ГОСТ, измерялись и сопоставлялись с нормативным документом только часть характеристик (ширина и глубина поверхности сиденья; высота опорной поверхности спинки; углы наклона спинки и сиденья). На третьем этапе выполнялись испытания с участием 15 добровольцев-мужчин в возрасте $23,8 \pm 9$ лет, со следующими антропологическими характеристиками: рост стоя $181,1 \pm 8,8$ см, рост сидя $92,8 \pm 5,7$ см, масса тела $87,4 \pm 11,9$ кг.

Перед исследованиями испытуемые обучались правильной индивидуальной подгонке и правилам

фиксации в кресле привязной системой. После этого с помощью секундомера регистрировалось время, затрачиваемое на самостоятельную фиксацию ремнями привязной системы в кресле. Кроме того, с каждым испытуемым проводилось по два исследования: в первом испытуемый был одет в летнюю военную форму (брюки, куртка, ботинки), защитный шлем и бронежилет; во втором – в зимнюю военную форму (утепленные бушлат и брюки, ботинки), шапку, защитный шлем и бронежилет.

Каждый испытуемый после инструктажа располагался в макете кресла на 30 мин. На первой минуте заполнялась анкета «Самочувствие, активность, настроение» (САН). По истечении 30 мин испытуемый снова заполнял анкету САН и анкету, характеризующую степень удобства отдельных элементов и кресла в целом, которая оценивалась в баллах (1 – максимальный комфорт; 10 – максимальный дискомфорт, не позволяющий находиться в кресле). Каждый испытуемый давал рекомендации по улучшению кресла.

Полученные данные обрабатывались параметрическими и непараметрическими методами статистики.

Результаты и их обсуждение. Результаты антропометрических характеристик показателей обследуемых военнослужащих приведены в таблице 1.

На основании антропометрических данных и с учетом требований ГОСТ 21889-76 были рассчитаны некоторые размеры кресла. По большинству показателей макет ПАК соответствует требованиям ГОСТ 21889-76 (табл. 2).

Различия в угле наклона спинки и сиденья обусловлены необходимостью вместить кресла в ограниченные объемы ВТ. Вместе с тем эти отклонения не должны вызвать нарушения удобства размещения военнослужащих, поскольку в итоге измененные углы установки спинки и сиденья кресла все равно обе-

Таблица 1
Антропометрические показатели обследованных военнослужащих

Показатель	Перцентиль		
	5	50	95
Рост стоя, см	165,6	173	190
Рост сидя, см	86	92,2	96,5
Высота надплечий над сиденьем, см	46	60	65
Высота подколенной ямки над полом, см	42	49,7	59
Расстояние от спинки кресла до подколенной ямки, см	41,8	47,2	52,6
Наибольший диаметр бедер с учетом мягких тканей, см	32,6	35,2	37,8
Акромиальный диаметр, см	37,7	40,5	43,3
Окружность груди, см	88,8	98,5	108,8
Масса тела, кг	58	68	88

Таблица 2
**Результаты геометрических показателей кресла
 и их соответствие ГОСТ 21889-76**

Показатель	Норматив	Измеренная величина	Соответствие
Высота сиденья над полом, см	45	зависит от конструкции машины	+/-
Ширина поверхности сиденья, см	>44	45	+
Глубина сиденья, см	>40	45	+
Высота опорной поверхности спинки, см	65	65	+
Ширина опорной поверхности спинки, см	44	44,5	+
Угол наклона спинки, 0°	10–15	17	+/-
Угол наклона сиденья, 0°	5	10	-

спечивают сидящему в нем человеку углы комфорта в суставах, в частности в тазобедренном суставе: угол между продольной осью туловища и продольной осью бедра при рассмотренной конструкции составит 97°, что укладывается в допустимый диапазон 85–100° [4]. Таким образом, по формальным соображениям, геометрические особенности ПАК должны обеспечить комфортное размещение военнослужащих.

Дальнейшее исследование показало, что все испытуемые, одетые как в летнее, так и зимнее обмундирование, смогли удобно разместиться и самостоятельно зафиксироваться в кресле ремнями привязной системы. Время, затрачиваемое на самостоятельную регулировку ремней привязной системы, составило 154,2±16,9 с, а на самостоятельную фиксацию в кресле – 35,8±3,2 с.

30-минутное пребывание испытуемых в макете ПАК в летнем и зимнем оснащении не вызывало сильного дискомфорта. Общая оценка выраженности неудобства составляла 2,7±1,3 балла (диапазон 1,5–6 баллов), то есть степень дискомфорта была минимальной и вполне приемлемой.

Как правило, при использовании зимнего снаряжения неприятные ощущения были выражены меньше, чем при применении летнего: общая оценка степени дискомфорта в зимней одежде была достоверно ($p < 0,05$) ниже, чем в летней (в среднем на 0,5 балла). Этот результат вполне ожидаем, так как пакет зимнего снаряжения существенно толще и, следовательно, в большей степени сглаживает давление на тело от различных элементов конструкции кресла.

Наиболее часто и в наибольшей мере неприятные ощущения вызывались недостатками конструкции подголовника, поскольку его опорная поверхность слишком сильно смещена кзади. В результате подголовник не выполнял своей задачи по поддержанию головы, что очень важно, так как испытуемые находились в довольно тяжелом защитном шлеме (каска).

Средняя оценка степени дискомфорта, вызываемого подголовником, составила 3,4±2,2 балла. В общей оценке дискомфорта неприятные ощущения преобладали главным образом во время использования летнего снаряжения (4±1,4 балла против 2,8±0,9 балла для зимнего снаряжения).

Второе место по степени неудобства принадлежит спинке кресла, хотя выраженность дискомфорта была незначительна (3±1,5 балла для летнего снаряжения и 2,3±1,1 балла для зимнего). Имевшие место жалобы касались главным образом формы поясничного профиля.

Сиденье ПАК практически не встречало нареканий испытуемых и расценивалось как весьма удобное, что обусловлено удачной конструкцией опорной поверхности, профилирующей форму ягодич. Средние оценки степени дискомфорта сиденья составили 1,4±0,8 балла для летнего снаряжения и 1,6±1,2 балла для зимнего.

Показатели субъективного состояния испытуемых после 30-минутного пребывания в кресле, по данным анкеты САИ, имели незначительные отклонения от исходных величин. Средние изменения показателей, характеризующих самочувствие, активность и настроение, не превышали одного балла. Индивидуальные колебания сдвигов были в пределах от –0,2 балла (некоторое улучшение показателя) до 1 балла. Только у одного испытуемого в одном испытании изменение превысило 1 балл (1,4 балла). Разница в динамике показателей, отражающих смену самочувствия, активности и настроения, была практически одинаковой.

Корреляционной связи между степенью ухудшения параметров самочувствия, активности, настроения и выраженностью дискомфорта не выявлено. Это, по-видимому, свидетельствует о ничтожном влиянии 30-минутного пребывания в кресле на состояние человека. То незначительное ухудшение показателей самочувствия, активности и настроения, вероятно, обусловлено теснотой габаритного макета внутреннего пространства машины, высокой температурой окружающего воздуха и т. п.

Основной жалобой, непосредственно не связанной с конструкцией кресла, было отсутствие возможности принять вертикальное положение в кресле, так как голова в защитном шлеме упиралась в потолок макета внутреннего пространства машины. Данную жалобу предъявляли испытуемые, имевшие рост сидя более 95 см. Второстепенной жалобой было давление от бронезилетов, особенно в летнем снаряжении. Наиболее уязвимыми были область поясницы и нижней части грудного отдела позвоночника.

Рекомендации, высказанные испытуемыми по результатам испытаний, сводились к необходимости приближения плоскости опорной поверхности подголовника кресла к голове сидящего человека (смещение кпереди) для обеспечения реальной опоры головы и совершенствования формы поясничного профиля спинки кресла. Данные рекомендации были учтены конструктором в ходе испытаний.

Заключение. Геометрические характеристики разработанного ПАК в основном соответствуют требованиям ГОСТ 21889-76 «Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования». Отличия от требований ГОСТ не ведут к снижению его эргономических характеристик. Конструкция привязной системы кресла позволяет самостоятельно отрегулировать ремни привязной системы и быстро зафиксироваться в кресле. 30-минутное пребывание испытуемых в кресле в зимнем и летнем снаряжении не ведет к серьезным нарушениям удобства. Размещение в летнем снаряжении немного дискомфортнее, чем в зимнем. Наибольшее неудобство, отмеченное испытуемыми, связано с конструкцией подголовника и связано с большим смещением кзади плоскости его опорной поверхности, что не позволяет поддерживать голову в удобном положении. 30-минутное пребывание в кресле в зимнем и летнем снаряжении не вызывает

заметного снижения самочувствия, активности и настроения испытуемых.

Таким образом, испытанный макет ПАК, несмотря на выявленные небольшие недостатки, показал приемлемый уровень эргономических характеристик, что позволяет рекомендовать его для проведения дальнейших динамических испытаний.

Литература

1. Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования: ГОСТ 21889-76. – Введ. 1977-01-07. – М.: Изд-во стандартов. – 15 с.
2. Строкина, А.Н. Антропо-эргономический атлас / А.Н. Строкина, В.А. Пахомова. – М.: МГУ, 1999. – 192 с.
3. Чайнова, Л.Д. Эргодизайн промышленных изделий и предметно-пространственной среды: учебное пособие для студентов вузов / Л.Д. Чайнов, Л.И. Конча, О.Н. Чернышева. – М.: ВЛАДОС, 2009. – 311 с.
4. Шерер, Ж. Физиология труда (эргономия) / Ж. Шерер. – М.: Медицина, 1973. – 496 с.

Yu.B. Moiseev, S.P. Ryzhenkov, A.Yu. Strakhov, S.V. Yakovlev

Assessment of mine action shock absorption chair of the crew member of fighting vehicle on compliance to ergonomic requirements

Abstract. Effectiveness of protection of crew members of armoured equipment against blasting of anti-vehicle mine depends not only from anti-striking characteristics of the chair, but also from its ergonomic characteristics and from the ability of crew members to use protection means properly. The ergonomic characteristics of mine action shock absorption chair were examined analytically – the chair characteristics were compared with the demands of normative documents and by experimental way – in experiments with subjects. Geometrical characteristics of the developed mine action shock absorption chair for protection of crew members of armoured equipment against blasting of antitransport mine generally conforms to requirements of GOST 21889-76 «The person operator's chair. General ergonomic requirements». Differences from requirements of GOST do not conduct to decrease in its ergonomic characteristics. The design of chair fastened system allows to adjust independently belts of fastened system and quickly be recorded in a chair. In the study with participation of 15 subjects it is established that 30-minute stay in a chair in summer and winter equipment does not conduct to serious violations of convenience and does not cause noticeable decrease in health, activity and mood of subjects. Placement in winter equipment is a little more comfortable, than in summer equipment. The greatest inconvenience noted by the subjects is connected with the head restraint design, in insufficient degree providing the head support. So, in spite of several small shortcomings, the model of mine action shock absorption chair showed the acceptable level of ergonomic characteristics and in allows to recommend it for conducting further dynamic tests.

Key words: ergonomics, mine protection, shock absorption chair, ergonomic assessment, tests, armoured mobile vehicles, restraint system, safety.

Контактный телефон: +7-916-4478258; e-mail: ybmn@rambler.ru