

ҚОЛДАНУ КЕЗІНДЕГІ АВТОКӨЛІКТІҢ ТЕЖЕУІШ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР

Шаяхметов А.Б. – техника ғылымдарының кандидаты, машина жасау кафедрасының доцент м.а., А.Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті, Қостанай қ.

Еришев А.А. – магистрант, А.Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті.

Бұл мақалада автокөлікті қолданудың ең маңызды сипаттамаларының бірі болып табылатын, белсенді қауіпсіздікті қамтамасыз ететін, АҚЖ тежегіш қасиеттеріне қойылатын талаптар қарастырылды. Жол шартында және стендте сынауға қолданылатын, КҚ тұрақтылығы мен тежелу тиімділігінің көрсеткіштері көрсетілген.

АҚЖ тежеуішін басқаруды бағалау мен сынау тәсілдерін талдау негізінде, тежеу қасиеттерін бағалауға қолданылатын жол шарттарының, көлік құралдарының тұрақтылығы мен тежелу тиімділігін жалпылай бақылауға қолдануға келмейтіні анықталды. Сынақты жүргізу үшін жылдын кез-келген уақытында жол бетімен жоғарғы ілінісу қасиеттері бар арнайы сынау аумағы болуы қажет, ал сынақтың өзі үлкен қауіптілікпен баланысты, әсіресе АҚЖ жабдықталған жағдайында сынау кезінде. Осыған байланысты АҚЖ тежеуіш жүйелерінің техникалық жағдайын бағалау мен сынауда стендтік тәсілдерге басымдылық беріледі.

Қолданыстағы, жолда және стендте АҚЖ тежелуін басқаруды бақылау және сынау тәсілдері, тежеуіш жүйелерінің жұмыс қабілеттілігін бағалауға ғана мүмкіндік береді, ал көлік құралдарының тұрақтылығы мен тежелу тиімділігі көрсеткіштерінің стандарт талаптарына сәйкес келмеген жағдайда, ақау себептері ескерусіз қалады.

Түйін сөздер: тежеуіш қасиеттер, АҚЖ, тежелу тиімділігі, автокөлік, тұрақтылық.

ТРЕБОВАНИЕ К ТОРМОЗНЫМ СВОЙСТВАМ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Шаяхметов А.Б. – кандидат технических наук, и.о.доцента кафедры машиностроения, Костанайский государственный университет имени А.Байтурсынова, г. Костанай.

Еришев А.А. – магистрант, Костанайский государственный университет имени А.Байтурсынова, г. Костанай

В данной статье рассмотрены требования к тормозным свойствам АТС, которая является одним из важнейших эксплуатационных свойств, определяющая активную безопасность автомобиля. Показаны показатели эффективности торможения и устойчивости ТС, используемых при проверках на стенде и в дорожных условиях.

На основе анализа методов проверки и оценки тормозного управления АТС, выявлено что дорожные условия, применяемые для оценки тормозных свойств, не могут быть использованы для массового контроля по эффективности торможения и устойчивости транспортных средств. Для проведения проверки требуется наличие специального испытательного участка, имеющего высокие сцепные свойства дорожного покрытия в любое время года, а сама проверка связана с повышенной опасностью, особенно при испытании АТС в снаряженном состоянии. В связи с этим предпочтение отдается стендовым методам проверки и оценки технического состояния тормозных систем АТС.

Имеющиеся методы проверки и оценки тормозного управления АТС, как дорожные, так и стендовые, позволяют произвести лишь оценку работоспособности тормозной системы в целом, а в случае несоответствия показателей эффективности торможения и устойчивости транспортных средств требованиям стандартов причины неисправностей остаются без внимания.

Ключевые слова: тормозные свойства, АТС, эффективность торможения, автомобиль, устойчивость.

REQUIREMENT FOR BRAKING CHARACTERISTICS OF CARS IN OPERATION

Shayakhmetov A.B. - Ph.D., acting associate professor of mechanical engineering, Kostanai State University by A.Baitursynov, Kostanai.

Erishev A.A. - master student, Kostanai State University by A.Baitursynov, Kostanai.

This article describes the requirements for the ATV brake properties, which is one of the most important performance characteristics that determine the active safety of the car. Showing indicators braking performance and stability of the vehicle used in tests on the stand and on the road.

Based on the analysis of test methods and evaluation ATV braking control revealed that road conditions used for evaluating inhibitory properties, they can not be used to mass control and braking performance on vehicle stability. For the inspection requires a special test section having a high grip road surface at any time of the year, and she checks associated with increased risk, especially when tested ATV in running order. In this connection, preference is given to methods of bench testing and evaluation of the technical condition of brake ATV systems.

Existing methods of verification and assessment of the brake control ATV as road and bench allows to produce only an estimate of brake system performance as a whole, and in the case of non-performance braking and vehicle stability requirements of the standards fault causes remain unaddressed.

Keywords: brake properties, ATV, braking performance, vehicle, stability.

Тормозные свойства относятся к одним из важнейших эксплуатационных свойств, которые определяют активную безопасность автомобиля. Под активной безопасностью автомобиля понимается совокупность специальных конструктивных мероприятий, которые обеспечивают снижение вероятности возникновения дорожно-транспортных происшествий.

Поскольку способы в виды торможения, применяемые в практике, довольно разнообразны, применяют и различные тормозные системы на одном и том же автомобиле. Это способствует также и повышению безопасности автомобиля путем частичного дублирования функций различными тормозными системами.

Вопросы безопасности автомобиля стали настолько актуальны, что вынудили разработать ряд международных стандартов, содержащих требования к автотранспортным средствам, в том числе в части тормозных систем. Одним из основополагающих стандартов в этой области являются "Правила 13 ЕЭК ООН" [1, с.121]. В соответствии с этими правилами разработаны стандарты ГОСТ 22895-77 [2, с.21] - для новых автомобилей и ГОСТ 25478-82 - для автомобилей, находящихся в эксплуатации.

В соответствии с этими стандартами каждый автомобиль должен быть оборудован рабочей, запасной и стояночной тормозными системами, а некоторые автомобили и вспомогательной тормозной системой.

Рабочая тормозная система используется для служебных и экстренных торможений. Она предназначена для уменьшения скорости автомобиля, вплоть до полной остановки с необходимой эффективностью.

Запасная тормозная система предназначена для остановки автомобиля с необходимой эффективностью при выходе из строя рабочей тормозной системы. Иногда используют в качестве запасной тормозной системы часть рабочей тормозной системы, не вышедшей из строя в результате повреждений. Часто в качестве запасной тормозной системы используют стояночную тормозную систему.

Стояночная тормозная система предназначена для осуществления стояночного торможения.

Вспомогательная тормозная система предназначена для осуществления торможения с постоянной скоростью и используется при длительных спусках автомобиля на уклоне, а также для осуществления служебного торможения.

Естественно, раз придают столь важное значение тормозным свойствам автомобиля, то при сопоставлении различных автомобилей, их оценке, принято оценивать и их тормозные свойства. Отсюда понятно, что необходимо выбрать критерии оценки тормозных свойств. Следует сначала рассмотреть качественные показатели, которые могут влиять на процесс протекания торможения.

Прежде всего, автомобиль останавливается внешней силой тормозной силой. Чем больше тормозная сила, тем более эффективно торможение. Результатом торможения является остановка транспортного средства или снижение его скорости. Поэтому важно расстояние, проходимое автомобилем за время торможения. Это расстояние называется тормозным путем. Чем меньше тормозной путь, тем выше эффективность торможения.

Каждая европейская страна имеет нормативные документы, которые регламентируют требования к тормозным свойствам автотранспортных средств (АТС). В течение многих лет эти требования вырабатывались с учетом эксплуатационных показателей АТС, однако условия и безопасность движения в законодательстве других стран во внимание почти не принимались. Интенсивное увеличение международных пассажиро-грузоперевозок, развитие международного туризма требовали унификации правил дорожного движения и норм безопасности. Комитетом по внутреннему транспорту Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций (КВТ ЕЭК ООН) [1, с.121] 20 марта 1958 г. в Женеве с участием СССР было подписано «Соглашение

о принятии единообразных условий официального утверждения и о взаимном признании официального утверждения предметов оборудования и частей механических транспортных средств и прицепов».

Действующие стандарты Европейского союза по эффективности работы тормозных систем в соответствии с директивами 71/320, 75/524, 79/489, 85/647, 88/194 и 96/96 определяют предельно допустимые значения замедлений, обязывают устанавливать на определенные АТС антиблокировочные системы (АБС) и рекомендуют контролировать устойчивость АТС при торможении.

Требования по условиям безопасности, предъявляемые к АТС, можно подразделить на требования, предъявляемые к вновь проектируемым и новым АТС (такие требования являются сертификационными), и требования, которые предъявляются к АТС, находящимся в эксплуатации. Эксплуатационные требования, как правило, предусматривают снижение тормозных свойств АТС, находящихся в эксплуатации, и содержат менее трудоемкие методы испытаний, чем сертификационные.

Нормативные документы существуют во всех странах с развитой автомобильной промышленностью и содержат требования к тормозному управлению АТС. Эти требования разрабатывались с учетом эксплуатационных свойств транспортных средств, а также конкретных условий эксплуатации, имеющих в этих странах.

Для оценки эффективности действия тормозных систем в большинстве национальных стандартов используются, как правило, тормозной путь, максимальное и среднее замедление, а также регламентируется величина снижения эффективности тормозных систем в процессе эксплуатации.

Основными нормативными документами, регламентирующими требования к тормозным системам АТС, являются ГОСТ 22895–77 [2, с. 21], Правила ЕЭК ООН

№ 13 (10)/Пересмотр 6 [3, с. 276], ГОСТ 4364–81 [4, с. 6],

ГОСТ 23181–78 [5, с.3], СТБ 1280–2004 [6, с. 25], СТБ

1641–2006 [7, с. 32].

Стандарт ГОСТ 22895–77 [2] распространяется на тормозные системы новых АТС и определяет основные требования к тормозным свойствам этих АТС. Стандарт не распространяется на тормозные системы АТС, находящихся в эксплуатации, за исключением периода действия для них гарантийных обязательств предприятий-изготовителей. Документом предписывается для оценки тормозных свойств АТС проведение как дорожных, так и стендовых испытаний. При проведении дорожных испытаний критериями оценки эффективности рабочей тормозной системы АТС категорий М и N являются величина тормозного пути, время срабатывания привода и установившееся замедление. По любым двум из указанных критериев может производиться оценка эффективности рабочей тормозной системы АТС категорий М и N. Испытания по определению эффективности рабочей тормозной системы подразделены на три типа:

- «0» – при «холодных» тормозных механизмах;
- I – при «горячих» тормозных механизмах;
- II – после движения на затяжных спусках.

Критериями оценки эффективности рабочей тормозной системы АТС при стендовых испытаниях являются величина суммарной тормозной силы, развиваемой в контакте колес с опорной поверхностью, и время срабатывания. Кроме этого, при испытаниях I значение установившегося замедления должно быть не менее

60 % значения, полученного при испытаниях

«0» данного АТС.

Требования к пневматическому приводу и пневматической части смешанного привода тормозных систем изложены в ГОСТ 4364–81 [4, с 6], а к гидравлическому приводу и гидравлической части смешанного привода тормозных систем – в ГОСТ 23181–78 [5].

Правила ЕЭК ООН № 13(10)/Пересмотр 6 [3] применяются к транспортным средствам (ТС) категорий M2, M3, N и O в отношении торможения. Правила не распространяются на ТС, конструктивная скорость которых не превышает 25 км/ч, на прицепы, которые запрещается прицеплять к механическим ТС, конструктивная скорость которых превышает 25 км/ч, на ТС, приспособленные для вождения инвалидами. Документом предписывается для официального утверждения любого ТС эффективность торможения должна измеряться в ходе дорожных испытаний. Эффективность, предписанная для тормозных систем, основывается на длине тормозного пути и (или) среднем значении предельного замедления. Испытания по определению эффективности рабочей тормозной системы разделены на четыре типа:

- испытание типа 0 (обычное испытание эффективности при не разогретых тормозах); испытание типа I (испытание на потерю эффективности);
- испытание типа II (поведение ТС на затяжных спусках);
- испытание типа III (испытания на потерю эффективности ТС категории O4).

Для междугородних автобусов и туристических автобусов дальнего следования категории МЗ вместо испытания типа II предусмотрено проведение испытания типа IIА (эффективность системы замедления) без тормозов.

Стандарт СТБ 1280–2004 [6, с. 25] распространяется на находящиеся в эксплуатации дорожные транспортные средства (ДТС) категорий М2, М3, N2, N3, O3, O4, осуществляющие международные перевозки грузов и пассажиров. Стандартом установлены требования безопасности к техническому состоянию ДТС, предельно допустимые значения параметров технического состояния ДТС, влияющих на безопасность дорожного движения и состояние окружающей среды и методы проверки технического состояния ДТС в эксплуатации. Документом предписывается для проверки эффективности торможения и устойчивости ДТС при торможении проводить стендовые испытания. Рабочая и запасная тормозные системы проверяются по эффективности торможения и устойчивости ДТС при торможении, а стояночная – по эффективности торможения (табл. 1).

Таблица 1. Показатели эффективности торможения и устойчивости ДТС

Наименование показателя	Тормозная система					
	Рабочая		Запасная		Стояночная	
	Эффективность торможения	Устойчивость при торможении	Эффективность торможения	Устойчивость при торможении	Эффективность торможения	Устойчивость при торможении
Удельная тормозная сила	+		+		+	
Относительная разность тормозных сил оси		+		+		+
Блокирование колес ДТС на роликовом стенде	+		+		+	
Примечание. Знак «+» означает, что соответствующий показатель используется при оценке эффективности торможения или устойчивости ДТС при торможении.						

В

соответствии с требованиями стандарта эффективность торможения рабочей и запасной тормозной системами проверяется при максимальной массе ДТС. При проверках на стендах эффективности торможения рабочей и запасной тормозных систем допускается относительная разность тормозных сил колес оси (в процентах от наибольшего значения) не более 30 %.

В документе указано, что стояночная тормозная система для ДТС максимальной массы должна обеспечивать удельную тормозную силу не менее 0,16 и не менее 0,12 для комбинированных транспортных средств, при усилии на органе управления не более 700 Н. При проверках эффективности стояночной тормозной системы допускается относительная разность тормозных сил колес оси (в процентах от наибольшего значения) не более 50 %.

Нормативным документом допускается падение давления воздуха в пневматическом или пневмогидравлическом тормозном приводе при неработающем двигателе не более чем на 0,05 МПа от значения нижнего предела регулирования регулятором давления в течение:

- 30 мин – при свободном положении органа управления тормозной системой;
- 15 мин – после полного приведения в действие органа управления тормозной системы.

Утечка сжатого воздуха из колесных тормозных камер не допускается.

В стандарте оговорено, что рабочие поверхности тормозных барабанов и дисков должны быть гладкими, с равным размером изношенности в разных местах, при этом максимально допустимый износ указывается изготовителем. Накладки тормозных колодок не должны быть предельно изношены. Предельный износ накладок также указывается изготовителем.

Дорожные транспортные средства считают выдержавшими проверку эффективности торможения и устойчивости при торможении рабочей, запасной и стояночной тормозными системами, если полученные значения показателей соответствуют нормативным параметрам.

В соответствии с требованиями стандарта эффективность торможения рабочей и запасной тормозной системами проверяется при максимальной массе ДТС. При проверках на стендах эффективности торможения рабочей и запасной тормозных систем допускается относительная разность тормозных сил колес оси (в процентах от наибольшего значения) не более 30 %.

В документе указано, что стояночная тормозная система для ДТС максимальной массы должна обеспечивать удельную тормозную силу не менее 0,16 и не менее 0,12 для комбинированных

транспортных средств, при усилии на органе управления не более 700 Н. При проверках эффективности стояночной тормозной системы допускается относительная разность тормозных сил колес оси (в процентах от наибольшего значения) не более 50 %.

Нормативным документом допускается падение давления воздуха в пневматическом или пневмогидравлическом тормозном приводе при неработающем двигателе не более чем на 0,05 МПа от значения нижнего предела регулирования регулятором давления в течение:

- 30 мин – при свободном положении органа управления тормозной системой;
- 15 мин – после полного приведения в действие органа управления тормозной системы.

Утечка сжатого воздуха из колесных тормозных камер не допускается.

В стандарте оговорено, что рабочие поверхности тормозных барабанов и дисков должны быть гладкими, с равным размером изношенности в разных местах, при этом максимально допустимый износ указывается изготовителем. Накладки тормозных колодок не должны быть предельно изношены. Предельный износ накладок также указывается изготовителем.

Дорожные транспортные средства считают выдержавшими проверку эффективности торможения и устойчивости при торможении рабочей, запасной и стояночной тормозными системами, если полученные значения показателей соответствуют нормативным параметрам.

Стандарт СТБ 1641–2006 [7, с. 32] распространяется на находящиеся в эксплуатации транспортные средства (ТС) категорий М, N, O. Стандартом установлены требования к техническому состоянию ТС по условиям безопасности движения, предельно допустимые значения параметров технического состояния ТС, влияющих на безопасность дорожного движения и состояние окружающей среды и методы проверки технического состояния ТС в эксплуатации. Документом предписывается для проверки эффективности торможения и устойчивости ТС при торможении проводить стендовые или дорожные испытания. Рабочая и аварийная (запасная) тормозные системы проверяются по эффективности торможения и устойчивости ТС при торможении, а стояночная – по эффективности торможения (табл. 2, 3).

Таблица 2. Показатели эффективности торможения и устойчивости ТС, используемых при проверках на стенде

Наименование показателя	Тормозная система			
	Рабочая		Аварийная (запасная)	Стояночная
	Без АБС или с АБС с порогом отключения выше скорости стенда			
	Эффективность торможения	Устойчивость при торможении	Эффективность торможения	
Удельная тормозная сила	+	-	+	+
Относительная разность тормозных сил оси	-	+	-	-
Блокирование колес ТС на стенде*	+	-	+	+

Примечание. Знак «+» означает, что соответствующий показатель должен использоваться при оценке эффективности торможения или устойчивости ТС при торможении; знак «-» – показатель не должен применяться; «*» – используется только вместо показателя удельной тормозной силы

Таблица 3. Показатели эффективности торможения и устойчивости ТС, используемых при проверках в дорожных условиях

Наименование показателя	Тормозная система				
	Рабочая				Аварийная (запасная)
	Без АБС		С АБС		
	Эффективность торможения	Устойчивость при торможении	Эффективность торможения	Устойчивость при торможении	Эффективность торможения

Тормозной путь	+	-	+	-	+	-
Установившееся замедление*	+	-	+	-	+	-
Время срабатывания тормозной системы*	+	-	+	-	+	-
Коридор движения	-	+	-	+	+	-
Уклон дороги, на котором ТС удерживается неподвижно	-	-	-	-	-	+

Примечание. Знак «+» означает, что соответствующий показатель должен использоваться при оценке эффективности торможения или устойчивости ТС при торможении; знак «-» – показатель не должен применяться; «*» – используется только вместо показателя тормозного пути.

Стандартом определено, что начальная скорость торможения при проверках рабочей и аварийной тормозных систем ТС в дорожных условиях устанавливается 40 км/ч. В дорожных условиях при торможении аварийной (запасной) тормозной системой ТС не должно ни одной своей частью выходить из нормативного коридора движения шириной 3 м.

При проверках на стендах эффективности торможения рабочей и аварийной (запасной) тормозных систем допускается относительная разность тормозных сил колес оси (в процентах от наибольшего значения) не более 30 %.

В стандарте указано, что стояночная тормозная система ТС при технически допустимой максимальной массе должна обеспечивать удельную тормозную силу не менее 0,16 и не менее 0,12 для комбинированных транспортных средств, а при дорожных испытаниях – неподвижное состояние ТС на опорной поверхности с уклоном не менее 16 %. Для ТС с массой в снаряженном состоянии стояночная тормозная система должна обеспечивать неподвижное состояние ТС на поверхности с уклоном не менее 23 % для категорий М1, М2, М3 и не менее 31 % – для категорий N1, N2, N3.

Нормативным документом допускается падение давления воздуха в пневматическом или пневмогидравлическом тормозном приводе при неработающем двигателе не более чем на 0,05 МПа от значения нижнего предела регулирования регулятором давления в течение 15 мин после полного приведения в действие органа управления рабочей тормозной системы. ТС считают выдержавшим проверку эффективности торможения и устойчивости при торможении рабочей, аварийной (запасной) и стояночной тормозными системами, если полученные значения показателей соответствуют нормативам, указанным в стандарте.

Литература:

1. Правила ЕЭК ООН, стандарты ИСО и директивы ЕЭС в области автомобилестроения. САТР. – М., 1994. – 121 с.
2. Тормозные системы и тормозные свойства автотранспортных средств. Нормативы эффективности. Общие технические требования: ГОСТ 22895–77. – Введ. 01-01–81. – М.: М-во автомобильной промышленности СССР; Изд-во стандартов, 1993. – 21 с.
3. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств категорий М, N и O в отношении торможения: Правила ЕЭК ООН № 13 (10)/Пересмотр 6. – Введ. 01.07.2010. – Минск: Комитет по внутреннему транспорту Европейской экономической комиссии ООН: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. – 276 с.
4. Приводы пневматические тормозных систем автотранспортных средств. Общие технические требования: ГОСТ 4364–81. – Введ. 01.01.82. – М.: М-во автомобильной промышленности СССР; ИПК «Изд-во стандартов», 1998. – 6 с.
5. Приводы тормозные гидравлические автотранспортных средств. Общие технические требования: ГОСТ 23181–78. – Введ. 01.01.81. – М.: М-во автомобильной промышленности; Изд-во стандартов, 1978. – 3 с.
6. Дорожные транспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки: СТБ 1280–2004. – Введ. 01.04.2005. – Минск: М-во транспорта и коммуникаций Рес. Беларусь: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2004. – 25 с.

7. Транспорт дорожный. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки: СТБ 1641–2006. – Введ. 01.08.2006. – Минск: М-во транспорта и коммуникаций Республики Беларусь: Бело- рус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2006. – 32 с.

References:

1. Pravila EEK OON, standarty ISO i direktivy EES v oblasti avtomobilestroeniya. SATR. – M., 1994. – 121 s.
2. Tormoznye sistemy i tormoznye svoystva avtotransportnykh sredstv. Normativy effektivnosti. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya: GOST 22895–77. – Vved. 01-01–81. – M.: M-vo avtomobil'noy promyshlennosti SSSR; Izd-vo standartov, 1993. – 21 s.
3. Edinoobraznye predpisaniya, kasayushchiesya ofitsial'nogo utverzhdeniya transportnykh sredstv kategoriy M, N i O v otnoshenii tormozheniya: Pravila EEK OON № 13 (10)/Peresmotr 6. – Vved. 01.07.2010. – Minsk: Komitet po vnutrennemu transportu Evropeyskoy ekonomicheskoy komissii OON: Belorus. gos. in-t standartizatsii i sertifikatsii, 2010. – 276 s.
4. Privody pnevmaticheskie tormoznykh sistem avtotransportnykh sredstv. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya: GOST 4364–81. – Vved. 01.01.82. – M.: M-vo avtomobil'noy promyshlennosti SSSR; IPK «Izd-vo standartov», 1998. – 6 s.
5. Privody tormoznye gidravlicheskie avtotransportnykh sredstv. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya: GOST 23181–78. – Vved. 01.01.81. – M.: M-vo avtomobil'noy promyshlennosti; Izd-vo standartov, 1978. – 3 s.
6. Dorozhnye transportnye sredstva. Trebovaniya bezopasnosti k tekhnicheskomu sostoyaniyu i metody proverki: STB 1280–2004. – Vved. 01.04.2005. – Minsk: M-vo transporta i kommunikatsiy Res. Belarus': Belorus. gos. in-t standartizatsii i sertifikatsii, 2004. – 25 s.
7. Transport dorozhnyy. Trebovaniya k tekhnicheskomu sostoyaniyu po usloviyam bezopasnosti dvizheniya. Metody proverki: STB 1641–2006. – Vved. 01.08.2006. – Минск: М-во транспорта и коммуникаций Республики Беларусь: Бело- рус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2006. – 32 с.

Сведения об авторах

Шаяхметов А.Б. – кандидат технических наук, и.о. доцента кафедры машиностроения, Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова, г. Костанай, e-mail: shayahmetov0501@mail.ru.

Еришев Айбол Амантайулы – магистрант Костанайского государственного университета имени А. Байтурсынова, г. Костанай, ул. Баумана 12-98, тел.87071991218, email: aibol_18.91@mail.ru

Шаяхметов А.Б. – техника ғылымдарының кандидаты, машина жасау кафедрасының доценті м.а., А.Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті, Қостанай қ., e-mail: shayahmetov0501@mail.ru.

Еришев Айбол Амантайулы – А.Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университетінің магистранты, Қостанай қ., Бауман көш., 12-98, тел. 87071991218, email: aibol_18.91@mail.ru

Shayakhmetov A.B. - Ph.D., acting associate professor of mechanical engineering, Kostanai State University by A.Baitursynov, Kostanai, shayahmetov0501@mail.ru.

Erishev Aibol Amantayuly - undergraduate Kostanai State University named after A. Baitursynov Kostanai Street. Bauman 12-98, tel.87071991218, email: aibol_18.91@mail.ru.