



Карьерный самосвал БелАЗ-75170 грузоподъемностью 160 т

ТЯЖКИЙ ГРУЗ ИМ ПО ПЛЕЧУ

РОССИЙСКИЙ РЫНОК КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ

Владимир Новоселов

Современный российский рынок карьерных самосвалов на подъеме. Об этом свидетельствуют и планомерный рост производства на Белорусском автомобильном заводе, и повышенный интерес к России ведущих мировых производителей карьерной техники, выражающийся не только в увеличении объемов поставок самосвалов в нашу страну, но и в стремлении быть еще ближе к потребителю – организации производства самосвалов в России.

Мы говорим – карьерный самосвал, подразумеваем – БелАЗ

Крупнейший производитель карьерных самосвалов – Белорусский автомобильный завод (БелАЗ), имеющий 55-летний опыт в разработке и изготовлении данного вида техники, пережив все перипетии рыночных условий, не собирается сдавать своих позиций. Его продукция по-прежнему востребована не только на постсоветском пространстве, но и в странах дальнего зарубежья. В соответствии со спросом растут и объемы выпуска большегрузных машин. Для сравнения приведем два показателя: в 2002 году БелАЗ произвел 812 карьерных самосвалов, а 10 лет спустя – в 2012-м – 1649. В недавнем прошлом завод выпускал модели грузоподъемностью от 30 до 200 т, в настоящее время линейка самосвалов расширена до грузоподъемности 360 т. Кроме того, появились модели, позволившие заполнить пробелы в типоразмерном ряду.

Выпускаемые в настоящее время предприятием машины по типу трансмиссии можно разделить на два вида: с гидромеханической и с электромеханической. С гидромеханической трансмиссией из-

готавливаются самосвалы грузоподъемностью 30, 45, 55-60 и 90 т, с электромеханической – 90, 110-136, 160-220, 240 и 320-360 т. В каждом классе грузоподъемности предлагаются, как правило, самосвалы нескольких модификаций и исполнений в зависимости от комплектации, условий эксплуатации, а также наличия дополнительных систем по заказу потребителей.

Самосвалы серии БелАЗ-7540 грузоподъемностью 30 т выпускаются в комплектации с различными дизельными двигателями, ГМП и кузовами (см. таблицу «Основные технические характеристики карьерных самосвалов с жесткой рамой БелАЗ»). В последнее время в данном классе грузоподъемности заводом запущены в серию карьерный самосвал БелАЗ-7540К с дизелем Cummins QSM11-C мощностью 298 кВт, который соответствует экологическим требованиям Tier3, и БелАЗ-7540С с новым мотором с центральной крыльчаткой системы охлаждения и охлаждением наддувочного воздуха Д-280 мощностью 312 кВт, который производится на Минском моторном заводе совместно с Тутаевским моторным заводом. Также конструкто-

HEAVY LOAD IS UP TO THEM

Vladimir Novoselov

Modern Russian market of quarry haulers is on the rise. About it witness both a systematic production growth at the Byelorussian automobile plant and a heightened interest for Russia of leading world producers of quarry equipment, which is expressed not only in an increase of the haulers deliveries in our country, but also in a striving to be closer to the user – organizing the haulers production in Russia.

рами предприятия создан самосвал БелАЗ-75440 грузоподъемностью 32 т. Опытный образец этого самосвала проходит в настоящее время испытания.

В классе самосвалов серии БелАЗ-7547 грузоподъемностью 45 т завод также производит несколько модификаций с дизелями разных фирм и кузовами различной емкости. Каждая модификация, в свою очередь, имеет вариации исполнений: по заказу потребителей машины комплектуются дополнительными системами и альтернативными агрегатами и узлами, в том числе системой много-

дисковых маслоохлаждаемых тормозов (ММОТ позволяет работать самосвалу в сложных дорожных условиях, в том числе при организации технологического цикла с грузом «вниз»). Предусмотрены варианты системы охлаждения дизеля с четырехрядными радиаторами и центральной крыльчаткой, дополнительным отопителем, системой очистки воздуха в кабине и т.д.

Одной из последних разработок Белорусского автозавода является самосвал серии БелАЗ-7545 грузоподъемностью 45 т. При создании новой серии 45-тонников во главу угла было поставлено совершенствование конструкции узлов и систем, соответствие современным международным требованиям по безопасности, экологии и эргономике, а также увеличение не менее чем в 1,5 раза ресурса самосвала за счет применения новых конструктивных решений по раме, направляющему аппарату подвески, оперению, оптимизации конструкции узлов и систем с частичной унификацией с самосвалами серии БелАЗ-7547. У нового самосвала колесная база уменьшена с 4200 мм до 4000 мм, что позволило повысить маневренность машины за счет уменьшения радиуса поворота с 10,2 м до 9 м. Применение топливного и масляного баков, унифицированных с БелАЗ-7555, позволяет увеличить время работы самосвала без дозаправки до 20 ч, в конструкции применяется два теплообменника повышенной эффективности для охлаждения масла ГМП и ММОТ, что позволяет использовать самосвал в тяжелых условиях. Внедрение дискового стояночного тормоза вместо барабанного обеспечило лучшее обслуживание тормоза и снижение нагрузок на подшипники главной передачи.

В классе самосвалов серии БелАЗ-7555 грузоподъемностью 55-60 т за последние годы предприятием проведено совершенствование конструкции ряда узлов и систем по рекомендациям эксплуати-

рующих организаций. Так, с целью увеличения ресурса проведена модернизация рамы. Для исключения поломок карданного вала привода ГМП совместно с немецкой фирмой Stomag разработана конструкция упругой муфты уменьшенной жесткости. Для улучшения условий эксплуатации и диагностики ГМП внедрена автоматическая система управления и диагностики, что позволило значительно сократить время на техобслуживание и текущий ремонт, повысить эксплуатационные характеристики машины, увеличить ресурс и надежность за счет поддержания оптимальных рабочих режимов, исключить человеческий фактор при выборе и переключении передач.

Заводом создана модификация самосвала БелАЗ-7555Е на шинах радиальной конструкции 24.00R35 грузоподъемностью 60 т. Соответственно на данной модификации усилены несущие конструкции и узлы трансмиссии с учетом увеличения грузоподъемности и комплектации его более мощным дизельным двигателем новой серии Cummins QSK19-C. Грузоподъемность в приведенном выше интервале будет устанавливаться заводом в зависимости от условий эксплуатации и комплектации самосвала по заказу потребителей. Все карьерные самосвалы серии БелАЗ-7555 могут изготавливаться в комплектации с многодисковыми маслоохлаждаемыми тормозами задних колес самосвала. Многодисковые маслоохлаждаемые тормозные механизмы позволяют на 10-20% увеличить среднетехническую скорость при движении на уклоне и уменьшить время срабатывания тормозных механизмов в 4-5 раз за счет эффективности ММОТ и принудительной системы охлаждения. При этом увеличивается номинальный тормозной момент рабочего и вспомогательного тормозов.

С целью расширения типоразмерного ряда поставлена на производство новая серия БелАЗ-7557 грузоподъемностью

90 т. 90-тонные самосвалы разрабатывались как машины высокого технического уровня нового класса грузоподъемности на шинах радиальной конструкции 27.00R49 или диагональных шинах 31/90-49, с гидромеханической трансмиссией планетарного типа с автоматическим управлением. В конструкции применены дисковые тормоза сухого типа передних колес и многодисковые охлаждаемые маслом задних колес с отдельной гидросистемой охлаждения ММОТ. В настоящее время серийно изготавливается БелАЗ-75570 в комплектации дизельным двигателем Cummins QST30-C мощностью 783 кВт и ГМП Allison серии H8610. Опытная партия карьерных самосвалов БелАЗ-75571 с гидромеханической передачей производства БелАЗ проходит эксплуатационные испытания. Одновременно ведутся работы по отработке конструкции и подготовке производства трансмиссии собственного производства.

По результатам эксплуатации самосвалов БелАЗ-75570 внедрен ряд конструктивных усовершенствований. Для улучшения условий работы водителя установлена кабина повышенной комфортности и электронная панель приборов. Электронная панель приборов в сочетании с электронной системой управления и диагностики гидромеханической передачи позволяют на базе компьютерных технологий в оптимальном режиме следить за состоянием и работой систем самосвала. Также проведена модернизация многодисковых маслоохлаждаемых тормозов. Улучшена конструкция заднего моста.

В настоящий момент подходят к концу работы по созданию карьерного самосвала БелАЗ-75574 грузоподъемностью 90 т с двигателем MTU12V2000 (Tier 4i) и ГМП Allison. Кроме того, в данном классе грузоподъемности ведутся работы по созданию карьерных самосвалов с тяговым приводом переменного тока серии БелАЗ-7558.

>>>

Карьерный самосвал БелАЗ-7540К грузоподъемностью 30 т



>>>

Карьерный самосвал БелАЗ-7555В грузоподъемностью 55 т





Карьерный самосвал БелАЗ-75306 грузоподъемностью 220 т

Так же как и самосвалы меньшей грузоподъемности, машины серии БелАЗ-7513 грузоподъемностью 110-136 т предлагаются в различных комплектациях, в том числе по дизельным двигателям, генераторам, тяговым электрическим машинам, платформам разной вместимости, на шинах диагональной и радиальной конструкции, по типам приводов (переменно-постоянного тока или переменного тока), а также с различными дополнительными системами. Для повышения надежности самосвалов данной серии проведены работы по усилению рамы, установлен более надежный аксиально-поршневой насос гидросистемы, применена водительская кабина повышенной комфортности и электронная панель приборов. Введены в комплектацию ободья импортного производства, современный осушитель с адсорбером, система пожаротушения с дистанционным включением с автоматической системой тушения в заднем мосту, установлена модернизированная система контроля давления в шинах и усиленная передняя и задняя подвески. Внедрены в производство самосвалы БелАЗ-75139 и БелАЗ-7513А с трансмиссией переменного тока КТЭ-136 производства фирмы «Силовые машины», а также БелАЗ-7513В с трансмиссией GE150AC фирмы General Electric, это позволило снизить эксплуатационные затраты и повысить производительность при перевозках, улучшить тягово-динамические качества и эксплуатационные характеристики самосвалов

в целом. При комплектации шинами 33.00R51 радиальной конструкции грузоподъемность самосвалов увеличивается до 136 т.

В ходе расширения типоразмерного ряда Белорусский завод освоил производство самосвалов серии БелАЗ-7517 грузоподъемностью 160 т на шинах 36.00R51. В этих самосвалах применены новые конструкторские и технические решения по целому ряду разрабатываемых узлов, силовых элементов и систем. Для улучшения эксплуатационной надежности самосвала усилена рама. Принятая схема направляющего аппарата подвески самосвала снижает силу сухого трения по сравнению с аналогичными самосвалами в 2-4 раза, обеспечивает хорошую плавность хода и, соответственно, минимальную динамическую нагруженность оператора и узлов машины. Использование шаровых опор в цилиндрах подвески позволило снизить трудоемкость и себестоимость ремонта – при ремонте требуется замена только вкладышей. Самосвалы серии БелАЗ-7517 могут комплектоваться трансмиссией переменного-постоянного или переменного тока. В самосвале с электротрансмиссией не требуется переключение передач. Сила тока и напряжение, подводимые к тяговому электродвигателю, определяют крутящий момент и скорость движения самосвала, обеспечивая плавное изменение мощности при движении. Редуктор мотор-колеса выполнен по классической белазовской схеме, но при этом максимально

использовано пространство внутри обода колеса, что позволило вынести второй ряд редуктора наружу. Данное решение уменьшает нагрузки на подшипники за счет равномерного распределения. Также при разработке уменьшены диаметры манжет, что уменьшает стоимость и увеличивает ресурс редуктора.

По результатам эксплуатации опытно-промышленной партии самосвалов БелАЗ-7517 проведен ряд улучшений – применена новая кабина, электронная панель приборов, осушитель с адсорбером, система пожаротушения СКП-М с дистанционным включением с автоматической системой тушения в заднем мосту, модернизированная система контроля давления в шинах и ряд других усовершенствований. Освоено производство самосвалов БелАЗ-75173, БелАЗ-75174 с трансмиссией переменного тока КТЭ-160 фирмы «Силовые машины», что позволило снизить эксплуатационные затраты и повысить производительность при перевозках, улучшить тягово-динамические качества и эксплуатационные характеристики самосвалов в целом.

Карьерные самосвалы серии БелАЗ-7530 грузоподъемностью 220 т изготавливаются в различных комплектациях, в том числе по различным двигателям, генераторам, тяговым электрическим машинам, платформам разной вместимости, по типам приводов (переменно-постоянного тока или переменного тока), а также с различными дополнительными системами. Для повышения надежности на самосвалах этой модели усилена рама, установлен более надежный аксиально-поршневой насос гидравлической системы, внедрена новая кабина с электронной панелью приборов. Введены в комплектацию ободья импортного производства, современный осушитель с адсорбером, система пожаротушения СКП-М с дистанционным включением с автоматической системой тушения в заднем мосту, модернизированная система контроля давления в шинах, кроме того, проведен еще ряд мероприятий, направленных на усовершенствование ряда узлов агрегатов. На самосвалах БелАЗ-75307, БелАЗ-75309 применяется трансмиссия переменного тока КТЭ-240 фирмы «Силовые машины».

Карьерные самосвалы серии БелАЗ-75310 грузоподъемностью 240 т изготавливаются только с электромеханической трансмиссией переменного тока. Машины этой серии комплектуются моторами Cummins QSK60-C и MTU DD16V4000 мощностью 2300 л.с., а также приводами GE240AC General Electric, КТЭ-240 ОАО «Силовые машины» и ММТ260 Siemens. Применение дизелей увеличенной мощности с электронным управлением и тяговых приводов переменного тока поз-

Основные технические характеристики карьерных самосвалов с жесткой рамой БелАЗ

| Модель самосвала | Грузоподъемность, т | Снаряженная масса, т | Полная масса, т | Объем кузова (геометрический/«с шапкой»), м³ | Модель двигателя | Макс. скорость, км/ч | Тип трансмиссии | Габаритные размеры: ДхШхВ, мм |
|------------------|---------------------|----------------------|-----------------|---|------------------|----------------------|---------------------|---------------------------------------|
| БелАЗ-7540А | 30 | 22,6 | 52,6 | 15/19,2 | ЯМЗ 240ПМ2 | 50 | гидромеханическая | 7110х3860х3930 |
| БелАЗ-7540В | 30 | 22,6 | 52,6 | 15/19,2 | ЯМЗ 240М2-1 | 50 | гидромеханическая | 7110х3860х3930 |
| БелАЗ-7540С | 30 | 22,6 | 52,6 | 15/19,2 | ММЗ Д-280 | 50 | гидромеханическая | 7410х3860х3930 |
| БелАЗ-7540Д | 30 | 22,6 | 52,6 | 15/19,2 | BF8M 1015 | 50 | гидромеханическая | 7110х3860х3930 |
| БелАЗ-7540Е | 30 | 22,6 | 52,6 | 24,6/28,1 | ЯМЗ 240М2-1 | 50 | гидромеханическая | 7160х3900х3900 |
| БелАЗ-7540К | 30 | 22,6 | 52,6 | 15/19,2 | Cummins QSM11-C | 50 | гидромеханическая | 7410х3860х3930 |
| БелАЗ-7547 | 45 | 33,1 | 78,1 | 21,5/27,6; 27,4/31,7; 28,5/33,9; 35,9/43,3 | ЯМЗ 240НМ2 | 50 | гидромеханическая | 8090х4110х4930 |
| БелАЗ-75471 | 45 | 33,1 | 78,1 | 21,5/27,6; 27,4/31,7; 28,5/33,9; 35,9/43,3 | ЯМЗ 8401.10-06 | 50 | гидромеханическая | 8090х4110х4930 |
| БелАЗ-75473 | 45 | 33,1 | 78,1 | 21,5/27,6; 27,4/31,7; 28,5/33,9; 35,9/43,3 | Cummins KTA 19-C | 50 | гидромеханическая | 8390х4110х4930 |
| БелАЗ-75450 | 45 | 35 | 80 | 21,5/27,7 | Cummins QSX15-C | 55 | гидромеханическая | 8560х4240х4475 |
| БелАЗ-75453 | 45 | 35 | 80 | 21,5/27,7 | Cummins KTA19-C | 55 | гидромеханическая | 8560х4240х4475 |
| БелАЗ-7555В | 55 | 40,5 | 95,5 | 22,7/33,3; 50/57,9; 28/37,3; 22,3/35,3 | Cummins KTTA19-C | 55 | гидромеханическая | 8890х4740х4560 |
| БелАЗ-7555Д | 55 | 41,5 | 96,5 | 22,7/33,3; 50/57,9; 28/37,3; 22,3/35,3 | Cummins KTTA19-C | 55 | гидромеханическая | 8890х5080х4630 |
| БелАЗ-7555Е | 60 | 44,1 | 104,1 | 22,7/33,3; 50/57,9; 28/37,3; 22,3/35,3 | Cummins QSK19-C | 55 | гидромеханическая | 8890х4740х4560 |
| БелАЗ-7555F | 55 | 40,5 | 95,5 | 22,7/33,3; 50/57,9; 28/37,3; 22,3/35,3 | Cummins QSK19-C | 55 | гидромеханическая | 8890х4740х4560 |
| БелАЗ-75570 | 90 | 74 | 164 | 37,7/53,3; 44,5/60; 75/93 | Cummins QST30 | 60 | гидромеханическая | 10350х5400х5340 (11000х6150х5410)* |
| БелАЗ-75571 | 90 | 74 | 164 | 37,7/53,3; 44,5/60; 75/93 | Cummins QST30 | 60 | гидромеханическая | 10350х5400х5340 (11000х6150х5410)* |
| БелАЗ-75131 | 130-136 | 107,1 | 243,1 | 45,5/71,2; 50,1/75,5; 55/80; 59,6/84; 103,8/134,8 | Cummins KTA50-C | 48 | электромеханическая | 11500х6400х5900 |
| БелАЗ-75135 | 110-130 | 100,1 | 230,1 | 45,5/71,2; 50,1/75,5; 55/80; 59,6/84; 103,8/134,8 | Cummins KTA38-C | 48 | электромеханическая | 11500х6400х5900 |
| БелАЗ-75137 | 130-136 | 108,1 | 244,1 | 45,5/71,2; 50,1/75,5; 55/80; 59,6/84; 103,8/134,8 | MTU DD 12V4000 | 48 | электромеханическая | 11500х6400х5900 |
| БелАЗ-7513 | 130 -136 | 108 | 244 | 45,5/71,2; 50,1/75,5; 55/80; 59,6/84; 103,8/134,8 | Cummins QSK45-C | 64 | электромеханическая | 11500х6400х5900 |
| БелАЗ-75139 | 130-136 | 108,5 | 244,5 | 45,5/71,2; 50,1/75,5; 55/80; 59,6/84; 103,8/134,8 | Cummins KTA50-C | 60 | электромеханическая | 11500х6400х5900 |
| БелАЗ-7513А | 130-136 | 108,5 | 244,5 | 45,5/71,2; 50,1/75,5; 55/80; 59,6/84; 103,8/134,8 | MTU DD 12V4000 | 64 | электромеханическая | 11500х6400х5900 |
| БелАЗ-7513В | 130-136 | 108,5 | 244,5 | 45,5/71,2; 50,1/75,5; 55/80; 59,6/84; 103,8/134,8 | MTU DD 12V4000 | 60 | электромеханическая | 11500х6400х5900 |
| БелАЗ-75170 | 160 | 134 | 294 | 65,6/96,5 | Cummins QSK45-C | 48 | электромеханическая | 12300х6850х6200 |
| БелАЗ-75172 | 160 | 134 | 294 | 65,6/96,5 | MTU DD12V4000 | 48 | электромеханическая | 12300х6850х6200 |
| БелАЗ-75173 | 160 | 134 | 294 | 65,6/96,5 | Cummins QSK45-C | 60 | электромеханическая | 12300х6850х6200 |
| БелАЗ-75174 | 160 | 134 | 294 | 65,6/96,5 | MTU DD12V4000 | 60 | электромеханическая | 12300х6850х6200 |
| БелАЗ-75302 | 220 | 156,1 | 376,1 | 92/130; 100/138; 103/141; 117/147,4 | MTU DD16V4000 | 43 | электромеханическая | 13390х7700х6650 |
| БелАЗ-75306 | 220 | 156,1 | 376,1 | 92/130; 100/138; 103/141; 117/147,4 | Cummins QSK60-C | 43 | электромеханическая | 13390х7700х6650 |
| БелАЗ-75307 | 220 | 156,1 | 376,1 | 89,5/131; 81,7/124,3; 102,4/141,1 | Cummins QSK60-C | 60 | электромеханическая | 13390х7880х6720 |
| БелАЗ-75309 | 220 | 156,1 | 376,1 | 89,5/131; 81,7/124,3; 102,4/141,1 | MTU DD16V4000 | 60 | электромеханическая | 13390х7880х6720 |
| БелАЗ-75310 | 240 | 161,5 | 401,5 | 102,4/141,1; 89,5/131; 81,7/124,3 | Cummins QSK60-C | 64 | электромеханическая | 13390х8060х6720 |
| БелАЗ-75311 | 240 | 161,5 | 401,5 | 102,4/141,1; 89,5/131; 81,7/124,3 | MTU DD16V4000 | 64 | электромеханическая | 13390х8060х6720 |
| БелАЗ-75312 | 240 | 161,5 | 401,5 | 102,4/141,1; 89,5/131; 81,7/124,3 | MTU DD16V4000 | 60 | электромеханическая | 13390х8060х6720 |
| БелАЗ-75315 | 240 | 161,5 | 401,5 | 102,4/141,1; 89,5/131; 81,7/124,3 | MTU DD16V4000 | 64 | электромеханическая | 14150х8060х6720 |
| БелАЗ-75600 | 320 | 250 | 560 | 139/199 | QSK78-C | 64 | электромеханическая | 14900х9450х7470 |
| БелАЗ-75601 | 320-360 | 258 | 618 | 139/199 | MTU20V4000 | 64 | электромеханическая | 14900х9450х7470 |
| БелАЗ-75602 | 360 | 261 | 621 | 162,8/218,1 | MTU20V4000 | 64 | электромеханическая | 15500х9450х7470 |
| БелАЗ-75603 | 360 | 261 | 621 | 162,8/218,1 | QSK78-C | 64 | электромеханическая | 15500х9450х7470 |

* Для самосвалов с углевозной платформой.



Карьерный самосвал БелАЗ-75600 грузоподъемностью 320 т



волило увеличить скоростные и тяговые характеристики самосвалов, сократить время на ТО, увеличить производительность, снизить стоимость тонны-километра перевозимого груза и выбросы вредных веществ в атмосферу. Минимизация габаритов самосвала позволила успешно эксплуатировать его в потоке машин грузоподъемностью 200-220 т. Заявленный ресурс самосвала данной модели – не менее 900 тыс. км пробега. Основные базовые узлы самосвала рамы, передней оси, редукторов мотор-колес подвергнуты модернизации с целью увеличения надежности и долговечности.

Венчают линейку белорусских карьерных самосвалов серии БелАЗ-75600 грузоподъемностью 320-360 т. При их создании использован весь предшествующий опыт проектирования, а для расчетов использовались самые современные программные продукты. Классическая колесная формула 4x2 в сочетании с новым направляющим аппаратом подвески и трансмиссией переменного тока обеспечивают высокую плавность хода и хорошие тягово-динамические качества, скорость может достигать 64 км/ч. В конструкции использованы комплектую-

щие узлы и агрегаты ведущих мировых производителей: дизельные двигатели Cummins QSK78-C и MTU DD20V4000 с электронной системой управления, трансмиссия с микропроцессорным устройством управления, централизованная система смазки, система комбинированного пожаротушения с автоматическим управлением, система заднего и бокового видеонаблюдения. Двухместная кабина с системой безопасности ROPS обеспечивает высокий уровень безопасности и комфортную работу водителя.

В настоящее время закончены работы по внедрению в производство самосвалов БелАЗ-75602 и БелАЗ-75603 с новой системой электропривода переменного тока ММТ400 с системой IGBT. Новая система привода позволяет улучшить тягово-динамические характеристики самосвала, при этом максимальный динамический фактор составляет 26,6%. Выполнен комплекс работ по повышению параметров безопасности. Применена активная система видеонаблюдения, современная светотехника, также значительным доработкам подвергнута система доступа, которая в настоящее время соответствует современным требованиям

нормативных документов. Внедрена многофункциональная система диагностики.

Экспансия «из-за бугра»

Несмотря на то что продукция Белорусского автозавода, как и в старые добрые времена, является доминирующей на российском рынке, все большую активность проявляют иностранные компании. Собственно, на сегодняшний день наиболее активными игроками на российском рынке карьерного транспорта являются три компании – Komatsu, Caterpillar и Terex. Продукция еще одного мирового производителя – компании Hitachi – поставляется в настоящее время в Россию в незначительных объемах. За I-III кварталы 2012 года в Россию было ввезено 127 новых карьерных самосвалов с жесткой рамой, из них Caterpillar – 52 единицы, Komatsu – 51 единица, Terex – 24 единицы, а также 1 бывший в эксплуатации самосвал Hitachi.

В линейке Komatsu представлены самосвалы как с гидромеханической, так и с электромеханической трансмиссией.

Самосвалы с гидромеханической трансмиссией получили достаточно широкое применение в силу относительной простоты конструкции. В производственной программе они представлены моделями грузоподъемностью от 36,5 до 141,1 т. Отметим конструкции узлов и агрегатов, общих для них. Прежде всего, это рама комбинированной конструкции. Основные продольные балки и лонжероны – сварные, коробчатого профиля, а места повышенной нагрузки – крепления мостов, оси кузова, гидроцилиндров подъемного механизма – усилены литыми компонентами. Общей является и 7-ступенчатая автоматическая планетарная коробка передач K-ATOMiCS с трехэлементным одноступенчатым двухфазным гидротрансформатором. Трансмиссия оборудована системой непоследовательного понижения передач Skip-shift. Она позволяет на затяжных подъемах переключать передачи с четвертой на первую, минуя промежуточные. Это позволяет

МЕЖДУ ПРОЧИМ

Белорусский автомобильный завод в 2013 году отмечает сразу два юбилея – 65-летие со дня основания предприятия и 55-летие с начала производства карьерных самосвалов. В 1948 году в районе железнодорожной станции Жодино началось строительство завода по выпуску торфяного оборудования, а в мае 1950 года была выпущена первая продукция: контейнеры для перевозки торфа, ворошки для его сушки и др. С 1951 года завод выпускал мелиоративные и дорожные машины. 17 апреля 1958 года предприятие получило имя «Белорусский автомо-

билный завод». Первым самосвалом, сошедшим с конвейера БелАЗа 7 ноября 1958 года, был 25-тонник МАЗ-525, сконструированный инженерами Минского автозавода. Созданная в 1960 году на БелАЗе своя конструкторская служба менее чем за один год разработала принципиально новый карьерный самосвал грузоподъемностью 27 т БелАЗ-540, опытный образец которого был изготовлен в сентябре 1961 года. В 1965 году без остановки производства предприятие осуществило переход на серийный выпуск БелАЗ-540, который стал родоначальником целого семейства боль-

шегрузных самосвалов, а с 1967 года запустило в серию 40-тонный самосвал БелАЗ-548А.



более четко контролировать поведение груженого автомобиля в сложных условиях карьера. Входящая в трансмиссию система автоматического управления скоростью замедления ARSC позволяет водителю-оператору выбирать скорость движения под гору и автоматически ее поддерживать. Многодисковый маслоохлаждаемый тормоз-замедлитель мокрого типа на все колеса позволяет поддерживать стабильную скорость на спуске и эффективно тормозить на подъемах при возникновении экстренных ситуаций. Отличительной особенностью передней подвески всех самосвалов Komatsu является применение конструкции McPherson с опорным рычагом и креплением амортизатора к верхней опоре. Такая подвеска обеспечивает как пустым, так и полностью загруженным автомобилям одинаковую плавность хода и нигде больше в мире не используется на автомобилях подобного типа.

Самосвалы с электромеханической трансмиссией Komatsu представлены моделями грузоподъемностью от 186 до 327 т. Они обладают современной трансмиссией на переменном токе. Конструкция рамы обеспечивает ее высокую прочность и надежность за счет использования литых элементов, а также центральной детали конструкции («хомут»), обеспечивающей оптимальное распределение нагрузки по всей структуре рамы. В течение всего срока службы не требует ремонта. Привод переменного тока K-drive с жидкостным охлаждением и IGBT-транзисторами – передовая технология Komatsu, которая обеспечивает повышенную производительность оборудования, сокращение затрат на техническое обслуживание и эксплуатацию. Применение инновационной противоткатной системы Hill start позволяет оператору начать движение на подъеме на склоне без опасности скатывания, т.е. при отпускании педали газа автоматически включается тормоз, который останавливает самосвал и удерживает его на уклоне до тех пор,



Карьерный самосвал Komatsu 730E-07 грузоподъемностью 186 т

пока оператор вновь не нажмет на педаль акселератора. Еще одна, и очень важная система – Komatsu-система ультразвуковых радаров и камеры обзора. У каждого самосвала есть мертвая зона, в которой видимость равна нулю. Система помогает обнаружить объекты, находящиеся в непосредственной близости от машины, предотвращая тем самым возможность несчастного случая.

Используя запатентованную технологию управления, Komatsu Ltd первой в мире запустила в серийное производство автономную систему FrontRunner™ AHS для управления большегрузными самосвалами без операторов, используемыми в крупных карьерах. Komatsu поставила самосвалы, оснащенные системой FrontRunner™, в карьеры в Чили и Австралии. Кроме того что самосвалы работают без операторов, система AHS обеспечивает снижение расходов на топливо и техническое обслуживание благодаря оптимальной технике вождения, а также увеличение производительности и повышение безопасности.

Кстати, еще один интересный момент. Компания Komatsu на сегодняшний день является единственным в мире производителем карьерных самосвалов, который

серийно выпускает дизель-электрические самосвалы с троллейным приводом и автономным режимом. Троллейная система используется на линиях напряжением 1600 или 1800 В и позволяет самосвалу подниматься в гору быстрее, снижая при этом обороты двигателя. Таким образом, система увеличивает срок службы двигателя и экономит топливо. Этот уникальный привод переменного тока с жидкостным охлаждением и IGBT-транзисторами – передовая технология, которая обеспечивает повышенную производительность оборудования, сокращение затрат на техническое обслуживание и эксплуатацию.

Говоря о новинках Komatsu, стоит упомянуть и о 91-тонном самосвале HD785-7. В числе особенностей его можно выделить следующее. На нем установлен двигатель производства Komatsu, соответствующий нормам Tier 2. Мотор обеспечивает быстрое ускорение, высокую скорость передвижения с высокой удельной мощностью и как результат высокую производительность. Применение системы выбора режимов работы с автоматической регулировкой оптимальной мощности VHP и в режиме повышенной мощности, и в экономичном ре-

>>>

Карьерный самосвал Komatsu HD785-7 грузоподъемностью 91 т, выпущенный на заводе «Комацу Мэнуфэкчуринг Рус» в Ярославле



>>>

Автономный карьерный самосвал Komatsu 930E-AT грузоподъемностью 291,8 т





>>> Карьерный самосвал 773E грузоподъемностью 55,5 т, выпускаемый на заводе Caterpillar в Тосно



>>> Карьерный самосвал Caterpillar 797F грузоподъемностью 350 т

жиге, учитывая загрузку самосвала, позволяет добиться максимальной эффективности в эксплуатации, добиваясь одновременно высокой производительности и снижения расхода топлива. На самосвале предусмотрены две передачи заднего хода. Путем настройки, выполняемой через электронную систему бортового контроля, оператор может выбрать отвечающую условиям эксплуатации повышенную или пониженную передачу. Кроме того, передачи заднего хода оснащены муфтой блокировки гидротрансформатора точно так же, как передачи переднего хода, что позволяет оператору не опасаться перегрева двигателя при осуществлении движения задним ходом. Самосвал HD785-7 оснащен тормозом-замедлителем, который создает усилие торможения на всех колесах. Это снижает опасность блокировки колес и позволяет эффективно задействовать тормоз-замедлитель, обеспечивая стабильное движение вниз по склону. Автоматическое регулирование скорости при работе тормоза-замедлителя позволяет оператору просто задать скорость движения под уклон, и в дальнейшем машина будет двигаться под уклон с заданной скоростью. Благодаря этой системе оператор может сосредоточиться

на рулевом управлении, не отвлекаясь на торможение.

Компания Terex имеет более чем 60-летний опыт производства карьерных самосвалов на заводе в Мазервелле, Шотландия. Российским потребителям предлагаются самосвалы грузоподъемностью от 32 до 91 т. На них применяются двигатели Cummins и MTU. Двигатели оснащены электронной системой управления, что позволяет получить максимальную мощность при малом расходе топлива. Коробки передач Allison с переключением всех передач под нагрузкой обеспечивают уверенный разгон и позволяют сократить продолжительность цикла перевозки. Система Shift Energy Management понижает крутящий момент двигателя в момент переключения передач, что позволяет увеличить ресурс силовой передачи и повысить уровень комфорта на рабочем месте водителя. Переключение на режим повышенной мощности или экономичный режим позволяет изменять работу машины в зависимости

от условий конкретного объекта, выбирая либо экономию топлива, либо лучшие динамические показатели. В свою очередь, трансмиссионный ретардер в стандартной комплектации позволяет снизить эксплуатационные затраты и улучшить управляемость автомобиля. Блокировка включения заднего хода и повышающих передач при поднятом кузове повышает безопасность работы, а бортовая система диагностики обеспечивает эффективный поиск неисправностей, сокращая простои. Тормозная система самосвалов Terex имеет гидропривод, многодисковые тормоза с масляным охлаждением на задних колесах и сухие дисковые тормоза передних колес.

Компания Caterpillar предлагает потребителям широкую линейку карьерных самосвалов – 13 моделей в интервале грузоподъемности от 36,3 до 350 т. Важная конструктивная особенность всех машин – гидромеханическая трансмиссия. В отличие от остальных мировых производителей данного типа машин,

>>> Первый самосвал Terex TR100-RM, собранный на заводе «ЧСДМ»



>>> Карьерный самосвал Terex TR100 грузоподъемностью 90,7 т, работающий в Сибири

| Модель самосвала | Грузоподъемность, т | Снаряженная масса, т | Полная масса, т | Объем кузова (геометрический/«с шапкой»), м³ | Эксплуатационная мощность двигателя, кВт | Макс. скорость, км/ч | Тип трансмиссии | Габаритные размеры: ДхШхВ, мм |
|--------------------|---------------------|----------------------|-----------------|--|--|----------------------|---------------------|-------------------------------|
| Caterpillar | | | | | | | | |
| 770G | 36,3 | 34,9 | 71,2 | 17,2/25,1 | 360 | 73,5 | гидромеханическая | 8800x4780x4210 |
| 772G | 45 | 37,1 | 82,1 | 23,4/31,3 | 415 | 79,7 | гидромеханическая | 8800x4700x4210 |
| 773E | 55,5 | 43,8 | 99,3 | 26,6/35,2 | 501 | 62,2 | гидромеханическая | 9600x5070x4390 |
| 773G | 57,2 | 46,2 | 102,7 | 25,8/35,0 | 546 | 67,6 | гидромеханическая | 10150x5670x4460 |
| 775G | 65,7 | 46,8 | 111,8 | 31,7/41,6 | 572 | 67,6 | гидромеханическая | 10150x5670x4460 |
| 777D | 91 | 72,7 | 163,2 | 42/60,2 | 746 | 60,4 | гидромеханическая | 10300x6100x4910 |
| 777G | 91 | 73,6 | 164,6 | 42/60,2 | 765 | 67 | гидромеханическая | 10300x6100x4910 |
| 785C | 134 | 115,5 | 249,4 | 78 (с шапкой) | 1082 | 56,5 | гидромеханическая | 10620x6640x5770 |
| 785D | 133 | 116,5 | 249,4 | 78 (с шапкой) | 1082 | 56,5 | гидромеханическая | 11550x7060x5680 |
| 793D | 228 | 155,7 | 383,6 | 176 (с шапкой) | 1801 | 59,9 | гидромеханическая | 13010x8300x6600 |
| 793F | 226 | 159,9 | 383,6 | 176 (с шапкой) | 1976 | 59,9 | гидромеханическая | 13010x8300x6600 |
| 795F AC | 313 | 257,1 | 570,1 | 213 (с шапкой) | 2535 | 64 | гидромеханическая | 15140x8900x7800 |
| 797F | 350 | 263,5 | 623,5 | 240-267(с шапкой) | 2983 | 67,9 | гидромеханическая | 14870x9750x7710 |
| Hitachi | | | | | | | | |
| EH1100-3 | 60,3 | 44,2 | 104,5 | 38,7 | 567 | 58,2 | гидромеханическая | 9450x4450x4620 |
| EH1700-3 | 95,2 | 68,1 | 163,3 | 60,4 | 783 | 55,7 | гидромеханическая | 10540x5820x5170 |
| EH3500ACII | 168 | 141 | 309 | 111 | 1414 | 56 | электромеханическая | 13510x7710x6770 |
| EH4000ACII | 222 | 162 | 384 | 153 | 1864 | 56 | электромеханическая | 14280x8270x7360 |
| EH5000ACII | 290 | 210 | 500 | 206 | 2014 | 60 | электромеханическая | 15220x8990x8010 |
| Komatsu | | | | | | | | |
| HD325-6 | 36,5 | 28,7 | 65,2 | 24 | 358 | 70 | гидромеханическая | 8365x4140x4150 |
| HD405-6 | 41 | 32,05 | 73,2 | 27,3 | 358 | 70 | гидромеханическая | 8365x4140x4150 |
| HD465-7 | 55 | 42,8 | 98,8 | 34,2 | 525 | 70 | гидромеханическая | 9355x4650x4440 |
| HD785-7 | 91 | 72 | 166 | 60 | 866 | 65 | гидромеханическая | 10920x59820x5050 |
| HD1500-7 | 144,1 | 105,3 | 249,5 | 78 | 1033 | 58 | гидромеханическая | 11370x6620x5850 |
| 730E-07 | 186 | 140,6 | 324,3 | 111 | 1367 | 64,5 | электромеханическая | 12830x7540x6250 |
| 830E-AC | 221,6 | 164,2 | 385,8 | 147 | 1735 | 64 | электромеханическая | 14150x7320x6880 |
| 860E-1K | 254 | 200,3 | 454,3 | 169 | 1985 | 64,5 | электромеханическая | 14930x8330x7300 |
| 930E-4 | 291,8 | 210,2 | 502 | 211 | 1875 | 64,5 | электромеханическая | 15600x8690x7370 |
| 960E-2/2K | 327 | 249,5 | 576 | 214 | 2573 | 64,5 | электромеханическая | 15600x9190x7370 |
| Terex | | | | | | | | |
| TR35 | 31,7 | 23,6 | 55,4 | 15,3/19,5 | 259 | 59 | гидромеханическая | 7950x3950x3865 |
| TR45 | 40,8 | 37,1 | 77,9 | 19,6/26 | 370 | 65 | гидромеханическая | 8700x4630x4245 |
| TR60 | 54,4 | 41,2 | 95,6 | 26/35 | 481 | 57,5 | гидромеханическая | 9130x4980x4440 |
| TR70 | 65 | 47,6 | 112,6 | 29/41,5 | 511 | 57 | гидромеханическая | 9905x5290x4570 |
| TR100-RM | 90,7 | 68,2 | 158,9 | 41,6/57 | 727 | 47,6 | гидромеханическая | 10802x5935x4850 |

Caterpillar не выпускает самосвалы с электромеханической трансмиссией. Применение гидромеханических трансмиссий, в особенности на самосвалах большой грузоподъемности, компания объясняет их высоким КПД: 0,82-0,85 против 0,76-0,79 у машин с электромеханической трансмиссией, а также возможностью стабильной работы на уклонах до 15% против 5-7%. На всех моделях самосвалов Caterpillar устанавливаются гидромеханические трансмиссии с планетарными коробками передач, с переключением под нагрузкой.

Из всей линейки карьерных самосвалов компании Hitachi, а это 12 моделей, российский дилер предлагает 5 моделей грузоподъемностью от 60,3 до 290 т. На машинах грузоподъемностью 60,3 и 95,2 т применена гидромеханическая трансмиссия, на более тяжелых – электромеханическая.

Модели с гидромеханической трансмиссией комплектуются двигателями MTU и КПП Allison с функцией управления крутящим моментом двигателя при переключении (Shift Energy Management). На них используется тормозная система с гидроприводом с функцией пропорционального регулирования тормозного усилия, развиваемого тормозными механизмами передних и задних колес, что максимально повышает эффективность торможения на скользкой дороге. На самосвалах с электромеханической трансмиссией устанавливаются двигатели как Cummins, так и MTU. Разработанная компанией Hitachi технология тягового электропривода переменного тока обеспечивает автомобилям высокие эксплуатационные качества. Она увеличивает максимальные скорости движения, дает возможность

преодолевать более крутые уклоны и повышает эффективность электродинамического торможения. Блоки инверторов обеспечивают самосвалам отличную управляемость и высокий КПД системы привода. Мотор-колеса с электродвигателями переменного тока не содержат коммутирующих устройств и щеток, что улучшает эксплуатационные качества автомобилей, снижая затраты на техническое обслуживание, повышая эксплуатационную готовность и увеличивая скорость движения. Системы электропривода переменного тока Hitachi создают большее тяговое усилие по сравнению с системами постоянного тока, имеющими аналогичные характеристики. Торможение самосвала возможно без нажатия педали рабочей тормозной системы.

Применяемая на всех моделях самосвалов Hitachi система подвески на про-

дольных рычагах обеспечивает отличную маневренность даже при высоких скоростях движения. Схема с продольными рычагами значительно упрощает техническое обслуживание и при этом улучшает эксплуатационные качества автомобиля по сравнению со схемами подвесок, в которых поворотный шкворень закреплен непосредственно на амортизаторной стойке. Поворотное крепление продольных рычагов спроектировано таким образом, чтобы на стойки действовали только осевые нагрузки, а колеса перемещались только в вертикальной плоскости. В числе отличительных особенностей этой подвески: минимизация поперечных сил, действующих на передние колеса, благодаря чему снижен износ шин; динамическое трение (на боковых стенках) в стойке уменьшено за счет конструкции крепления продольных рычагов, это позволяет использовать более легкие стойки с меньшим диаметром и большим ходом; исключение из конструкции рамы усиленной поперечной дуги улучшает доступ к двигателю; амортизационные стойки NEOCON, используемые в подвеске на продольных рычагах, улучшают изоляцию от дорожных неровностей, повышают устойчивость самосвала и делают его реакцию на перемещения органов управления более предсказуемыми; установка поворотного шкворня в непосредственной близости от колеса с незначительным углом наклона уменьшает усилие, необходимое для поворота колес стоящего автомобиля; сжимаемая жидкость NEOCON-ETM (запатентованный экологичный состав на силиконовой основе) для использования в стойках подвески совместно с гелием позволила повысить поглощение энергии (улучшить изоляцию от дорожных неровностей) и отдачу энергии (повысить устойчивость), что положительно повлияло на характеристики машин при движении с грузом и без груза в широком диапазоне температур воздуха.

На сегодняшний день карьерные самосвалы других западных производителей

лей в Россию официально не импортируются. Например, компания Liebherr, имеющая на российском рынке строительной техники довольно сильные позиции, карьерные самосвалы в Россию не ввозит. Также к нам не поставляются самосвалы итальянской компании Astra, хотя они и заявлены на сайте официального российского представителя.

Китайская тема в сегменте карьерных самосвалов имеет свои национальные особенности. Выпускаемые многими машиностроительными предприятиями КНР так называемые карьерные самосвалы (которые также предлагаются российским потребителям) в своей основе имеют конструктивную схему обычного шоссейного автомобиля. Эти машины базируются на 3-осном шасси с колесной формулой 6x4 и имеют грузоподъемность 40-50 т.

Производство полноценных карьерных самосвалов в Китае стало осваиваться совсем недавно. За прошедшие 5 лет на выставках были «засвечены» новинки компаний XCMG, Sany, LiuGong и др. А фирма Sany уже освоила серийный выпуск карьерников: в 2007 году со ступеней сошел самосвал грузоподъемностью 55 т, в дальнейшем пришел черед моделей грузоподъемностью 33, 45 и 95 т. На этих машинах устанавливаются двигатели Cummins, коробки передач Allison, гидравлика Bosch Rexroth, металлоконструкции собственного изготовления.

Иностранцы с российской пропиской

Итак, настало время, когда карьерные самосвалы, несущие на себе названия известных зарубежных компаний, не ввозятся к нам «оттуда», а выпускаются «у нас». Тройка ведущих мировых производителей освоила изготовление в России.

Производство карьерников Komatsu стартовало в сентябре 2011 года на новом заводе «Комацу Мэнюфэчуринг Рус», построенном в Ярославле. Свою работу за-

вод начал в июне 2010 года. Первой продукцией стали полноповоротные гидравлические гусеничные экскаваторы. Установленное здесь технологическое оборудование позволяет выполнять сварку металлоконструкций, окраску и сборку. Основные комплектующие для машин поступают из Японии. По состоянию на конец октября 2011 года ООО «Комацу Мэнюфэчуринг Рус» насчитывало 236 сотрудников. Уставной капитал – 4,273 млрд. рублей. В свете долгосрочной перспективы потребностей рынка России и стран СНГ в карьерных самосвалах руководство компании приняло решение о добавлении в производственную линейку ярославского завода самосвала HD785-7 грузоподъемностью 91 т. В настоящее время все основные компоненты самосвала поставляются из Японии. Крупногабаритные металлоконструкции рамы и кузова поступают на завод в виде укрупненных узлов, которые здесь свариваются в кондукторах, далее подвергаются контролю геометрических параметров на координатной измерительной машине Zeiss Pro, окрашиваются в окрасочной камере, а затем направляются на сборочную линию. В обозримой перспективе производитель намерен осуществить локализацию производства, в частности, есть планы по изготовлению на российских предприятиях металлоконструкций самосвала. Максимальная производственная мощность завода – 100 самосвалов в год. В минувшем году предприятие изготовило 22 самосвала. Следует отметить, что все самосвалы, выпущенные на заводе «Комацу Мэнюфэчуринг Рус», предназначены для рынка стран СНГ.

В том же 2011 году, в октябре, на заводе Caterpillar в городе Тосно Ленинградской области был начат выпуск карьерных самосвалов Cat 773E грузоподъемностью 55,5 т. Завод в Тосно был открыт в 2000 году. Однако до 2008 года он работал исключительно на экспорт в Западную Европу, занимаясь производством тяжелых металлоконструкций. В

>>>

Карьерный самосвал Hitachi EH3500ACII грузоподъемностью 168 т



>>>

Карьерный самосвал Hitachi EH5000ACII грузоподъемностью 290 т





Типичный самосвал китайского производства, позиционируемый как карьерный

дальнейшем предприятие освоило изготовление гусеничных экскаваторов. Общая площадь предприятия составляет 24 га, в том числе производственные площади – 17000 м². Численность сотрудников завода составляет порядка 500 человек. Инвестиции в производство карьерных самосвалов составили порядка 10 млн. долларов. Производство в Тосно имеет полный цикл – от обработки металла до выпуска готового изделия. На тосненском заводе изготавливаются рамы и металлоконструкции, производится сборка шасси. Кроме того, выполняются контрольные испытания самосвала. Установка кузова осуществляется непосредственно на объекте, где будет работать техника. Кузова для самосвалов изготавливают в Новосибирске, на дочернем предприятии. Здесь, кстати, был начат выпуск кузовов и для модели 777. В 2012 году завод Caterpillar в городе Тосно планировал выпустить около 100 карьерных самосвалов. А на перспективу планируется увеличение производства втрое в зависимости от спроса.

Год спустя после начала производства в России карьерных самосвалов Komatsu и Caterpillar, 24 октября на челябинском заводе «ЧСДМ» (входящем в состав компании «РМ-Терекс») состоялась презентация первого карьерного самосвала российской сборки Terex TR100-RM грузоподъемностью 90 т. Сборка самосвалов Terex организована на производственных площадях завода ЧСДМ, специализирующегося на выпуске автогрейдеров и фронтальных погрузчиков. Запланированный



Карьерные самосвалы на площадке готовой продукции завода Sany



объем инвестиций в челябинский проект составляет около 12 млн. долларов. Максимальная производственная мощность линии – 200 единиц. В рамках программы по выпуску карьерных самосвалов в течение года была проведена масштабная работа по подготовке производственной линии. Большое внимание уделено подготовке персонала – технические специалисты ЧСДМ прошли обучение на заводе Terex в Шотландии, где изучалась организация системы контроля качества Terex и технологические стандарты сборки. В дальнейшем на ЧСДМ планируется значительное расширение модельного ряда и осуществление дальнейшей локализации продукции. Выбор предприятия для производства карьерных самосвалов объясняется удобным географическим расположением к основным по-

требителям данного вида техники, что позволит максимально сократить время доставки готовой продукции клиенту и обеспечить более совершенную и полную систему технической поддержки покупателей. Первый самосвал Terex TR100-RM прошел все необходимые испытания и получил российский сертификат соответствия.

Освоив производство карьерных самосвалов в непосредственной близости к российским заказчикам, зарубежные производители получают дополнительные конкурентные преимущества. Это позволит наладить прямые поставки внутри страны, максимально сократить время доставки готовой продукции потребителям и обеспечить более совершенную и полную систему технической поддержки покупателей. **СТТ**

