



ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

Блок подготовки воздуха (APU/EAC): неисправности и замена

Блок подготовки воздуха (APU/EAC) грузовика: признаки неисправности, диагностика манометром, пошаговая замена, давления, моменты затяжки и обслуживание.

Если утром после включения зажигания компрессор не умолкает по несколько минут, если из выхлопа блока непрерывно слышится «пшик-пшик», а при сливе конденсата из ресивера течёт грязная, маслянистая жидкость — проблема чаще всего не в компрессоре, а в блоке подготовки воздуха. Этот узел выглядит небольшим, но он является единственными воротами, питающими сразу все контуры: тормозной, стояночный, пневмоподвески и коробки передач. Если эти ворота забиваются, эффективность торможения падает, зимой магистрали замерзают, а вы стоите на обочине. Это руководство простым языком практика объясняет, что делает блок подготовки воздуха (APU/EAC), на что указывает каждый симптом, как его диагностировать и менять и как продлить его ресурс.

Примечание Е-Е-А-Т: Документ подготовлен технической группой VADEN, специализирующейся на пневматических и тормозных системах грузовых автомобилей. Приведённые значения давления, момента затяжки и периодичности носят общий справочный характер; для точных величин — давления отключения, давлений открытия контуров и моментов затяжки — всегда следует руководствоваться актуальным OE-руководством по обслуживанию производителя техники. **Последнее обновление: сентябрь 2026.**

Пневматические тормозные системы грузовых автомобилей проектируются в рамках правил ECE R13 (тормозные требования ООН/ЕС) и ISO 611.

Что такое блок подготовки воздуха (APU/EAC)? Назначение и принцип работы

Блок подготовки воздуха (APU / EAC) — это интегрированный модуль, который осушает и очищает горячий, влажный и содержащий масляные пары воздух от компрессора, ограничивает давление в системе и распределяет очищенный воздух по тормозным и вспомогательным контурам согласно приоритету; он объединяет в одном корпусе осушитель воздуха, регулятор давления и многоконтурный защитный клапан.

Принцип работы двухфазный. **В фазе наполнения** нагнетаемый компрессором воздух поступает в блок; гранулы влагопоглотителя (десиканта) в патроне осушителя задерживают водяной пар, а маслоотделительный слой улавливает частицы масла. Сухой воздух через защитный клапан направляется сначала в тормозные контуры (контуры 1 и 2), а после их наполнения — в стояночный и вспомогательные контуры (контуры 3 и 4). Когда давление в системе достигает значения отключения (cut-out), регулятор давления переводит компрессор на холостой ход. **В фазе регенерации** блок пропускает часть сухого воздуха из регенерационного ресивера через патрон в обратном направлении и выдувает влагу наружу; короткий звук «пшш», который вы слышите из выхлопа, — это как раз она, и это нормально.

Внутри блока обычно находятся следующие компоненты:

- **Патрон осушителя (десикант/маслоотделитель):** расходная деталь на резьбе, задерживающая влагу и масло. Это единственный настоящий «фильтр» в пневмосистеме автомобиля.
- **Регулятор давления (governor):** группа клапанов, задающая давления отключения и включения и переводящая компрессор на холостой ход.
- **Многоконтурный защитный клапан:** клапанный узел, защищающий остальные контуры при утечке в одном из них и устанавливающий приоритет за счёт давлений открытия/закрытия.

- **Клапан регенерации и выход сброса (purge):** магистраль, очищающая патрон обратным потоком воздуха и выбрасывающая наружу сконденсировавшуюся воду.
- **Предохранительный клапан:** механический предохранитель, защищающий систему от избыточного давления при отказе регулятора.
- **Нагревательный элемент и термостат:** как правило, электрический элемент на 24 V, предотвращающий замерзание выхода сброса зимой.
- **Электронный блок управления (только у ЕАС/электронных АПУ):** плата с датчиками давления, электромагнитными клапанами и связью с ECU автомобиля по CAN.

Разница между механическим АПУ и электронным ЕАС

В механических блоках вся логика принятия решений — это пружины и поршни: при достижении определённого давления компрессор переводится на холостой ход, при падении до другого — снова начинает нагнетать. В электронных блоках (типа Knorr-Bremse ЕАС либо электронных АПУ типа Wabco/ZF) решение принимает ECU, считывающий датчики давления. Благодаря этому компрессор может включаться с учётом нагрузки двигателя (наполнять на спуске, разгружаться при разгоне), достигается экономия топлива, а неисправности отображаются в виде кодов ошибок. С другой стороны, для диагностики электронного блока помимо манометра и мультиметра нужен ещё и диагностический прибор; на некоторых автомобилях после замены обязательна запись параметров.

Место в системе: почему «единственные ворота»?

Воздух от компрессора попадает в систему только через этот блок. Если блок засорится, пострадает не только тормозная система: пневмоподвеска, актуаторы коробки передач, подвеска кабины, магистраль прицепа и РТО — всё, что использует воздух. А если он недостаточно осушает воздух, влага и масло разойдутся по всем клапанам, пневмобаллонам и модуляторам EBS. Поэтому подход «пропустил патрон осушителя, посмотрю потом» — это зародыш гораздо более дорогих отказов клапанов в будущем.

Почему этап осушки так важен для всего контура, мы отдельно разбираем в статье [осушитель воздуха: скрытый герой пневматических систем тяжёлых автомобилей](#).

Какой тип на каких автомобилях встречается?

Общая тенденция такова: на тягачах прежних поколений и во многих применениях на грузовиках и автобусах распространена раздельная схема (отдельный осушитель + отдельный регулятор + отдельный защитный клапан). На тягачах нового поколения интегрированный АПУ/ЕАС является стандартом. Подтверждать тип, установленный на вашем автомобиле, по OE-номеру на корпусе и количеству контактов разъёма всегда надёжнее, чем строить догадки по каталогу.

Характеристика	Раздельная схема (классика)	Механический интегрированный АПУ	Электронный АПУ / ЕАС
Логика управления	Механический регулятор	Механический регулятор (встроен в корпус)	ECU + датчик давления + электромагнитный клапан
Электрическое подключение	Обычно отсутствует (при наличии — нагреватель)	Питание нагревателя	Многоконтактный разъём + CAN
Формирует ли коды ошибок?	Нет	Нет	Да (DTC можно считать)

Характеристика	Раздельная схема (классика)	Механический интегрированный APU	Электронный APU / EAC
Метод диагностики	Манометр + слух + тест на утечки	Манометр + тест на утечки	Манометр + диагностика + живые данные
Кодирование после замены	Не требуется	Не требуется	На некоторых автомобилях требуется
Гибкость ремонта	Меняется по отдельным деталям	Патрон + ремкомплект	Патрон + ремкомплект; плата обычно только в сборе
Типичный OE-контекст	Раздельные группы типа Knorr / Wabco	Интегрированный корпус типа Wabco APU	Электронный APU типа Knorr EAC / ZF-Wabco

Проверка номера детали: Блоки подготовки воздуха внешне очень похожи друг на друга, однако давление отключения, давления открытия контуров, резьбы портов, распиновка разъёма и версия программного обеспечения могут различаться. Перед заказом обязательно сверяйте **OE-номер на корпусе блока, VIN автомобиля и тип разъёма** в совокупности. Сведения «подходит на такую же машину» самих по себе недостаточно; блок с неверными настройками давления незаметно делает тормозную систему опасной.

Симптомы неисправностей и диагностика

Неисправности блока подготовки воздуха редко проявляются внезапно; обычно они заявляют о себе мелкими симптомами, нарастающими неделями. В таблице ниже наиболее частые в эксплуатации симптомы сопоставлены с их вероятными причинами.

Симптом	Вероятная причина	Проверка / подтверждение
Компрессор совсем не останавливается, давление не доходит до значения отключения	Патрон забит, неисправен регулятор, крупная утечка в системе, слабый компрессор	Замерьте время наполнения манометром; сравните давление на входе блока с давлением в ресивере; ищите утечки мыльным раствором
Из выхлопа/выхода сброса постоянно стравливается воздух	Пропускает клапан регенерации, изношено уплотнительное кольцо, пропускает прокладка патрона	При заглушённом двигателе прислушайтесь к порту сброса; нанесите мыльную пену; снимите-установите патрон и повторите проверку
При сливе из ресивера идёт смесь воды и масла	Патрон насыщен или выработал ресурс, компрессор гонит масло	Проверьте дату замены патрона; осмотрите отложения масла в нагнетательной магистрали компрессора
Давление падает, после ночной стоянки автомобиль пустой	Пропускают обратные клапаны защитного клапана, внутренняя утечка блока, ослаблено резьбовое соединение магистрали	Оставьте ресиверы заполненными и зафиксируйте падение давления за ночь; изолируйте контуры по одному

Симптом	Вероятная причина	Проверка / подтверждение
Тормозное давление есть, но стояночный контур/контур подвески наполняется поздно или не наполняется вовсе	Не обеспечивается давление открытия контуров 3/4, неисправен защитный клапан	Измерьте манометром по отдельности через контрольные порты контуров; проследите очередность открытия
Зимой по утрам давление не растёт, к полудню приходит в норму	Замёрзла магистраль сброса, неисправен нагревательный элемент или термостат	Измерьте сопротивление нагревателя и напряжение питания; проверьте предохранитель/колодку
Из предохранительного клапана стравливается воздух, давление чрезмерно высокое	Регулятор не может перевести компрессор на холостой ход, забита магистраль разгрузки (unloader)	Считайте давление отключения манометром; проверьте управляющую магистраль на выходе регулятора
На панели предупреждение по пневмосистеме/EAC или код ошибки	Неисправность датчика давления, электромагнитного клапана или ECU; проблема питания/CAN	Считайте DTC диагностическим прибором; сравните давление датчика в живых данных с реальным манометром

Измерение давления: основа диагностики

При диагностике блока подготовки воздуха единственное достоверное доказательство — манометр. Показания панели приборов и данные на дисплее зависят от датчика; если датчик врёт, вы пойдёте не в ту сторону. Правильный метод: подключите настоящий манометр к контрольным портам автомобиля, зафиксируйте давление отключения при наполнении компрессором, давление включения при расходе воздуха и очередность наполнения контуров. Если на электронном блоке расхождение между значением в живых данных и манометром заметно превышает 0,3–0,5 bar, датчик под подозрением.

Утечка или засор? Практический способ различить

Непрекращающаяся работа компрессора — общий симптом двух разных историй. Если система наполняется быстро, но давление где-то упирается, причина чаще всего — **утечка**. Если система наполняется медленно, с натугой, причина чаще всего — **засор** или слабый компрессор. Чтобы прояснить разницу, измерьте одновременно давление на входе блока и давление в ресивере: если разница заметно растёт, патрон/блок засорён.

Утечку ищите не на слух, а по пене

Расслышать мелкие утечки в шуме двигателя невозможно. При заполненных ресиверах и заглушённом двигателе пройдите с мыльным раствором по корпусу блока, всем портам и выходу сброса. Помогает и «ночной тест»: запишите давление вечером, снимите показания утром. Если есть заметное падение, сужайте зону поиска, изолируя контуры по одному.

Стандарты и дополнительные материалы

Эта тема регулируется требованиями к оснащению грузовых автомобилей с пневматической тормозной системой. В США федеральный стандарт пневматических тормозов **FMVSS 121 (49 CFR 571.121)** определяет ресиверы, защиту и временные параметры, которые должна обеспечивать соответствующая система, а Европа применяет эквивалентные пределы Правил ЕЭК ООН (UNECE) №

13. Подробнее см. требование к тормозной эффективности на дороге в **49 CFR 393.52**. Всегда сверяйте конкретные значения с действующим нормативом и сервисными данными изготовителя.

Для стран ЕАЭС требования к конструкции и оборудованию колёсных транспортных средств содержит **ТР ТС 018/2011**, а требования безопасности к транспортным средствам, находящимся в эксплуатации, и методы их контроля — **ГОСТ 33997-2016**.

Этапы замены / установки

Безопасность и СИЗ: Пневмосистема находится под давлением; сжатый воздух может причинить серьёзные травмы. Перед началом работ наденьте **защитные очки и рабочие перчатки**, установите автомобиль на ровной площадке и подложите противооткатные упоры, выключите зажигание, отключите массу и **полностью стравите все воздушные ресиверы**. Стояночный тормоз работает от пружины: при сбросе воздуха стояночные тормоза срабатывают, однако при отцепленном прицепе или механически заблокированной системе обязательно используйте упоры. На горячем двигателе блок и магистрали могут обжечь.

- 1 Подтвердите неисправность:** Решение о замене основывайте на измерении манометром, тесте на утечки и (при наличии) коде ошибки. В большинстве случаев меняется не блок, а патрон или одно уплотнительное кольцо.
- 2 Полностью стравите систему:** Откройте сливные клапаны всех ресиверов, добейтесь нуля на манометре. Не забудьте и о регенерационном ресивере на блоке.
- 3 Обесточьте и отсоедините разъём:** Отключите массу, снимите разъём нагревателя и (при наличии) ECU, не повредив фиксатор. Проверьте контакты разъёма на коррозию.
- 4 Промаркируйте магистрали:** Перед снятием пронумеруйте каждую пневмомагистраль цветом/биркой или сфотографируйте. Одна перепутанная магистраль может запитать стояночный контур вместо тормозного.
- 5 Снимите магистрали и блок:** Ослабляйте резьбовые соединения подходящим ключом, не нагружая корпус. Будьте осторожны, чтобы не перетянуть и не сломать соединения пластиковых трубок; затем открутите крепёжные болты корпуса.
- 6 Очистите посадочную поверхность и магистрали:** Очистите кронштейн, на котором стоит блок. Продуйте сжатым воздухом влагу, ржавчину и масляные отложения внутри магистралей; грязная магистраль быстро убьёт новый блок.
- 7 Сравните новый блок:** Положите старую и новую детали рядом; количество портов, резьбы портов, межцентровое расстояние монтажных отверстий, тип разъёма и OE-номер должны совпадать. Если не совпадают — **не устанавливайте**, уточните правильную ссылку.
- 8 Установите блок:** Наживите болты от руки, выставьте корпус, затем затяните крест-накрест с моментом, указанным в руководстве. Не пытайтесь выставить корпус в положение силой.

- 9 **Установите патрон:** Смочите прокладку нового патрона тонкой плёнкой чистого масла, закрутите от руки до касания прокладки, затем доверните на величину, указанную в инструкции производителя (обычно около половины оборота). Перетяжка трубным ключом сминает прокладку и приводит к утечке.
- 10 **Подключите магистрали и разъём:** Установите каждую магистраль на место согласно вашей маркировке, затяните резьбовые соединения моментом по руководству, вставьте разъём до фиксации.
- 11 **Наполните, испытайте, при необходимости закодируйте:** Подключите массу, наполните систему; проверьте манометром давления отключения/включения и очередность наполнения контуров, проконтролируйте все соединения пеной. На электронном блоке сотрите коды ошибок, при необходимости выполните запись параметров и проследите за поведением давления в коротком дорожном тесте.

На что обратить внимание (частые ошибки)

Самая критичная ошибка — разбирать, не стравив ресиверы: Ослабление резьбового соединения в заполненной системе может привести к тому, что магистраль хлестнёт как плетёшь и нанесёт видимые травмы. Не прикасайтесь ни к одному соединению, пока не увидите ноль на манометре.

Вторая критичная ошибка — затягивать патрон трубным ключом: Патроны осушителя устанавливаются затяжкой от руки + указанный доворот. У перетянутого патрона сминается прокладка, повреждается резьба корпуса блока, и при следующей замене патрон становится невозможно снять.

- **Игнорировать компрессор:** Компрессор, гонящий масло, насытит новый патрон за несколько тысяч километров. Если в патроне много масла, сначала оцените состояние компрессора.
- **Перепутать магистрали:** Смена местами контуров 1/2 и 3/4 нарушает приоритет тормозов и отключает логику безопасности при утечке.
- **Пытаться «вручную» изменить настройку давления:** Значение отключения регулятора определено исходя из всей пневмосистемы автомобиля. Произвольное повышение перегружает предохранительный клапан, пневмобаллоны и компрессор.
- **Использовать некачественный патрон:** Качество десиканта и эффективность маслоотделения не видны глазом, но выставят счёт на клапанах и модуляторах спустя месяцы.
- **Забыть про нагреватель:** Закончить работу, не подключив разъём, всё лето не создаст проблем; но при первых морозах автомобиль не выедет.
- **Подключать грязную магистраль к новому блоку:** Ржавчина и масло, скопившиеся в старых магистралях, перейдут на клапаны нового блока.
- **Не испытывать после замены:** Не отдавайте автомобиль, не подтвердив значения давления манометром; стёртый код ошибки не доказывает, что система работает правильно.

Технические значения и контрольные точки

Приведённые ниже значения — общие ориентиры, часто встречающиеся в применениях на грузовых автомобилях. Они заметно меняются в зависимости от автомобиля, производителя и типа системы; для

точного значения основой служит OE-руководство по обслуживанию.

Параметр	Типичный / общий ориентир	Примечание
Давление отключения (cut-out)	~ 12,0 – 13,0 bar ($\approx$ 175 – 190 psi)	В системах на 10 bar ниже; смотрите руководство
Давление включения (cut-in)	~ на 0,8 – 1,5 bar ниже давления отключения	При слишком малой разнице компрессор включается часто
Давление открытия предохранительного клапана	Настроено заметно выше давления отключения; точное значение — в руководстве по автомобилю	Если срабатывает, подозрение на регулятор/unloader
Давление открытия тормозного контура (1 и 2)	~ 7,5 – 8,5 bar	Приоритет контуров: сначала наполняются тормоза
Давление закрытия (отсечки) тормозного контура	~ 6,5 – 7,5 bar	При утечке защищает остальные контуры
Давление открытия стояночного / вспомогательного контура (3 и 4)	После тормозных контуров, с более низким приоритетом	Значение зависит от типа; очерёдность должна быть верной
Расход воздуха на регенерацию	~ 10 – 25 % произведённого воздуха	Постоянный сброс — не норма
Нагревательный элемент	24 V, диапазон ~ 35 – 110 W	С термостатом; включается на холоде
Диапазон рабочих температур	~ -40 °C ... +80 °C	Выход сброса наиболее подвержен замерзанию
Время наполнения с нуля до полного давления	Порядка нескольких минут на оборотах выше холостых	Заметное увеличение = засор или утечка
Падение давления за ночь	Должно оставаться ниже предельного значения из руководства	Заметное падение = утечка; изолируйте контуры

Общие справочные диапазоны моментов затяжки:

Соединение	Типичный / общий ориентир	Примечание
Патрон осушителя	От руки до касания прокладки + $\sim 1/3 - 1/2$ оборота	Не ключом; основой служит инструкция на самом патроне
Крепёжные болты корпуса блока (M8)	~ 20 – 30 Nm	Затягивайте крест-накрест
Крепёжные болты корпуса блока (M10)	~ 40 – 55 Nm	Не выставляйте кронштейн силой
Резьбовые соединения пневмомагистралей (малый диаметр)	~ 20 – 35 Nm	На пластиковых трубках перетяжка ломает соединение
Резьбовые соединения пневмомагистралей (большой диаметр)	~ 35 – 50 Nm	Зависит от типа уплотнительного кольца / прокладки
Нагревательный элемент	~ 8 – 15 Nm	Не нагружайте резьбу корпуса
Датчик давления	~ 15 – 25 Nm	Устанавливайте прокладку сухой и чистой

Совет из практики: При замене патрона напишите на нём несмываемым маркером дату замены и пробег. На следующем обслуживании спор «когда его меняли?» закончится; в обслуживании автопарка одна эта привычка предотвращает множество ненужных замен блоков.

Точки рутинного контроля:

- Жидкость из сливного клапана ресивера: прозрачная капля — норма; смесь воды и масла — предупреждение по патрону.
- Выход сброса: короткий сброс в момент отключения — норма, постоянная утечка воздуха — неисправность.
- Коэффициент работы компрессора: непрерывное наполнение говорит системе «утечка или засор».
- Корпус и зона вокруг портов: следы масла, ржавчина, трещины, сломанный кронштейн.
- Разъём и проводка: зелень коррозии, ослабленный фиксатор, износ от трения.
- Нагреватель: проверка питания и сопротивления перед зимой.
- На электронном блоке: история кодов ошибок и соответствие живых данных по давлению показаниям манометра.

Обслуживание и ресурс

Сам блок подготовки воздуха — долговечный модуль; настоящей расходной деталью является патрон осушителя. Ресурс патрона нужно планировать по условиям эксплуатации: влажный климат, городской режим «старт-стоп», интенсивное использование пневмобаллонов и изношенный компрессор насыщают патрон быстро; на магистральных перевозках и в сухом климате ресурс возрастает. Общепринятая отраслевая практика — менять патрон раз в год или с пробеговой периодичностью, указанной ОЕ; окончательная периодичность определяется таблицей обслуживания производителя автомобиля.

- **Меняйте патрон регулярно:** Это дешёвая расходная деталь; цена промедления — отказ клапанов и модуляторов.
- **Регулярно сливайте конденсат из ресиверов:** Привычка сливать еженедельно бесплатно докладывает вам о состоянии патрона.
- **Оценивайте компрессор вместе с блоком:** Пока компрессор, гонящий масло, не отремонтирован, замена патрона не является постоянным решением.
- **Готовьтесь к зиме заранее:** Проверьте цепь нагревателя, магистраль сброса и термостат до первых холодов.
- **Рассмотрите ремкомплект:** На некоторых блоках ремкомплект уплотнительных колец/клапанов гораздо экономичнее полной замены и вполне достаточен.
- **Ведите записи:** Заносите замеры давления и даты замен в дело автомобиля; только так становится виден рисунок повторяющейся неисправности.

Итог: ресурс блока прямо пропорционален качеству ухода за ним. В автопарке, где патрон меняют вовремя, ресиверы сливают, а за компрессором следят, блок работает годами без нареканий. При небрежном отношении неисправность не остаётся в пределах блока; влага и масло расходятся по всей пневмосистеме и оборачиваются куда более крупным счётом за ремонт.

Когда блок подготовки воздуха исправен, тормозной, стояночный, подвесочный и вспомогательные контуры питаются сухим, чистым воздухом с правильным давлением; компрессор отдыхает, а автомобиль выезжает в дорогу зимним утром. Семейство продуктов VADEN ORIGINAL «Блок подготовки воздуха (APU)» предлагает блоки в сборе, ремкомплекты и глушители для применения на грузовых автомобилях, а патроны осушителя входят в линейку осушителей воздуха — с прицелом на производительность и долговечность уровня OE-аналога. При правильной проверке артикула и следовании изложенным в этом руководстве шагам диагностики и замены вы сможете годами держать эти единственные ворота вашей пневмосистемы открытыми.

Документ носит информационный характер; на практике приоритет имеют актуальное руководство по обслуживанию и указания по безопасности производителя. Значения являются общими ориентирами для типовых систем грузовой техники; для значений, специфичных для модели, используйте сервисную документацию OE. © VADEN Otomotiv San. Tic. A.Ş. · vadenoriginal.com