

Железнодорожный транспорт, являясь одним из крупнейших потребителей энергоносителей, в своей стратегии устойчивого развития огромное внимание уделяет проблеме эффективного использования и экономии ТЭР. Для этого в структурных подразделениях Белорусской железной дороги проводятся комплексы мероприятий, направленных на снижение энергоёмкости перевозочного процесса. В рамках государственной программы энерго- и ресурсосбережения была разработана «Энергетическая стратегия Белорусской железной дороги», определяющая приоритетные направления развития отрасли в области энерго- и ресурсосбережения.

На железнодорожном транспорте основная доля расхода ТЭР приходится на тягу поездов. Для определения норм расхода ТЭР используется апробированная методика, применяемая ОАО «Российские железные дороги». В основе нормирования ТЭР лежит теория тяговых расчетов, которая положена в основу «Правил тяговых расчетов для поездной работы». Общепринятая классическая теория расчета базируется на полной предсказуемости всех процессов и отсутствии элементов случайности. Исследования показывают, что ряд факторов случайным образом влияют на основные нормообразующие факторы при нормировании расхода топлива на тягу поездов, к которым относятся колебания осевой нагрузки, хаотическое поперечное перемещение колесных пар в колее с неизбежным проскальзыванием одного из них, различное состояние поверхности головки рельсов, пульсации вертикального давления от оси на рельсы, сложные динамические процессы в составе и постоянно изменяющаяся геометрия пути, другие факторы, которые, случайным образом взаимодействуя, создают непредсказуемый характер мгновенных изменений сопротивлений.

Проведенные исследования для участков Белорусской железной дороги показали, что колебания осевой нагрузки носят вероятностный характер и чаще всего описываются нормальным, равномерным и экспоненциальным законами распределения. Характер колебания осевых нагрузок оказывает значительное влияние на нормирование топлива на тягу поездов. Например, депо, обслуживающие участки, где осевая нагрузка распределена по нормальному, равномерному закону, будут при действующей системе расчетов испытывать недостаток в ТЭР, а при экспоненциальном законе распределения осевых нагрузок – избыток ТЭР.

Следовательно, при определении норм расхода топлива на тягу необходимо учитывать вероятностный характер колебаний осевых нагрузок, что позволяет повысить точность расчета норм расхода топлива на тягу поездов, а следовательно, массы состава и скорости движения поездов, а также снизить расход ТЭР на единицу перевозочной работы.

Сокращение неопределенности колебаний осевых нагрузок существенно уменьшает ошибку расчета основного удельного сопротивления и в реальных условиях эксплуатации способствует экономии ТЭР на тягу поездов.

УДК 691.175.743

## ПОЛИВИНИЛХЛОРИД – УДОБНЫЙ МАТЕРИАЛ С ОПАСНЫМИ ПОСЛЕДСТВИЯМИ

*Т. С. КОРОЛЁНОК, В. И. ГУРИНОВИЧ, Н. И. ЮРАСЮК*  
*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Поливинилхлорид (ПВХ) широко используется для производства самых различных пластмассовых изделий: труб, профилей, покрытий для пола, пленок, кабельной изоляции и др. Также его применяют для производства упаковки и этикеток. ПВХ обладает рядом несомненных достоинств, обуславливающих его повсеместное применение (долговечность, химическая стойкость, трудная воспламеняемость). Если ко всему добавить ещё и низкую стоимость, то получится идеальный материал. Однако местные власти по всей Европе принимают решения отказаться от применения ПВХ-материалов.

Оказалось, что производство, эксплуатация изделий и утилизация (сжигание) отходов ПВХ сопровождается выделением токсичных соединений, опасных для здоровья человека и окружающей среды. Было обнаружено, что винилхлорид, из которого получают ПВХ, является канцерогенным веществом. При попадании в организм винилхлорид превращается в хлорэпоксизтилен, способный

вызывать онкологические заболевания. Кроме того, для изготовления изделий из ПВХ используют композиции, состоящие из смолы ПВХ и различных добавок (стабилизаторов, смазок, пластификаторов, наполнителей и др.) Добавки, применяемые при производстве ПВХ в первую очередь тяжелые металлы кадмий и свинец, пластификаторы наносят вред здоровью людей и окружающей среде. Важно помнить, что если мономер винилхлорид плохо заполимеризован в готовом изделии из ПВХ (плёнки, профили, игрушки), то происходит его выделение и попадание в окружающую среду и организм человека. ПВХ относится к группе термопластов, для которых характерно быстрое снижение механических свойств при повышении температуры. Это означает, что при нагревании ПВХ до  $t = +80$  °С начинается его размягчение и усиление выделения винилхлорида. Кроме того, в подавляющем большинстве ПВХ-профилей, производимых в настоящее время, в качестве стабилизаторов используются соединения свинца (Pb), опасность выделения которого также усиливается при нагревании.

Как видно, применение такого, несомненно, удобного и практичного материала может привести к неожиданно опасным последствиям. Однако это ещё не всё. Еще большую опасность по сравнению с применением ПВХ несёт за собой его утилизация. При сжигании и тепловой обработке ПВХ выделяются чрезвычайно токсические вещества – диоксины, обладающие мощным мутагенным действием. Опасны диоксины прежде всего тем, что чрезвычайно биологически активны даже в очень малых дозах. Попадая в организм человека или животных, они накапливаются и очень медленно разлагаются и выводятся из организма.

Захоронение отходов производства ПВХ, содержащих большое количество диоксина и токсичных добавок дополнительно отравляет окружающую среду, загрязняя подземные водные источники. Что касается вторичной переработки ПВХ (химический и химико-термический рециклинг), то она зачастую неосуществима по финансовой и технической причинам. В странах Европейского Союза на практике перерабатывается только три процента отходов ПВХ.

Любой товар из ПВХ-пластика, приобретаемый покупателем, может представлять угрозу для его здоровья. Только перестав использовать и производить ПВХ, можно оградить себя от его опасного воздействия. Многие страны Западной Европы уже сделали решительные шаги в этом направлении. Так, Австрия стала первой страной, которая запретила использование пластификаторов фталатов для изготовления детских игрушек (пластификаторы добавляются при производстве ПВХ). Парламент Швеции в ноябре 1995 г. принял решение о поэтапном отказе от материалов на основе мягких и жестких ПВХ.

Увеличивается число компаний, постепенно отказывающихся от использования ПВХ и других хлорированных материалов. Фирма по продаже мебели *IKEA*, а также производители игрушек *LEGO* стали первыми компаниями, которые начали постепенный отказ от ПВХ и сейчас полностью исключили его из использования. Производители машин *Peugeot* во Франции, *Opel* и *Mercedes Benz* в Германии отказались от использования ПВХ для внутренней отделки салона. В японских автомобилях *Honda*, *Nissan* и *Toyota* вместо ПВХ используются полиолефины как экологически безопасный материал.

Популярность продукции из ПВХ, как и цены на неё в странах Западной Европы и Америке, падают. У нас же использование продукции из ПВХ не только не ограничено местным или национальным законодательством, но довольно широко распространено. Это касается в первую очередь строительных материалов (плиты, покрытия, оконные рамы и т. д.). Отсутствие достоверной информации об опасности ПВХ вводит людей в заблуждение, а ведь именно желание общественности вместе с принятием законодательных ограничений будет способствовать уменьшению распространения ПВХ-материалов, а значит, и уменьшению вредного воздействия на нас. Этому в огромной мере способствует тот выбор, который делает каждый отдельный потребитель в пользу того или иного материала. Линолеум, окна, двери из ПВХ, виниловые обои, бутылки, пластмассовые игрушки... Каждая такая продукция в нашем собственном доме представляет опасность для нас и наших детей. Если предприятия не готовы заменить ПВХ на альтернативные материалы или просто не хотят отказаться от ПВХ, каждый из нас имеет возможность обойтись без него и сделать хотя бы собственный дом безопасным. Во-первых, необходимо научиться самостоятельно отличать ПВХ от других видов пластика. Сделать это можно по маркировке. На упаковке товара из ПВХ обычно ставят цифру «3» в треугольнике из стрелок, или букву «V», или аббревиатуру «PVC». Кроме того, при сгибании упаковки в местах сгиба появляются белые пятна, а если речь идёт о бутылке, то на до-

нышке с двух сторон располагаются наплывы, уходящие внутрь ёмкости. Во-вторых, любой товар из ПВХ можно заменить таким же товаром из дерева, металла, стекла, а также пластмассой, которая не содержит хлора. Остается надеяться, что инстинкт самосохранения сработает быстрее любой другой человеческой потребности.

УДК 662.76

## АВТОМОБИЛИ И ТРАКТОРЫ НА ДРОВАХ...

И. М. МИРОНОВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Газогенераторный автомобиль когда-то называли автомобилем на дровах... А всё началось с того, что затруднённая доставка жидкого топлива в отдалённые районы лесозаготовок заставила ещё в 1935 г. перевести все работающие на дальних лесозаготовках СССР автомобили и тракторы на твёрдое топливо – дрова. Эти транспортные средства получили название **газогенераторных** – по основному процессу превращения твёрдого топлива в газообразное. Они же оказали огромную услугу фронту и во время Великой Отечественной войны в качестве тылового транспорта, получив с тех пор широкое распространение. Однако дешёвое жидкое топливо, не требующее «лишней возни» и неудобств, постепенно вытеснило сравнительно маломощные и не очень скоростные средства на дровах. И зря... Все думали, что Земля бездонная, а ископаемых топлив хватит на вечные времена, забыв, что «не всё вечно под Луной» ... Только Солнце может обеспечивать всех энергией ещё примерно семь миллиардов лет через фотосинтез, если не случится какой-нибудь космической катастрофы.

Мы допустили ошибку, не оставив места газогенераторному автомобилю и трактору в Беларуси ещё в советское время. Кто мог предусмотреть и подумать тогда, что в начале XXI века не будет СССР, а наши леса станут больными настолько, что это «позволит» при энергетическом голоде «обеспечивать» работу автотранспортных средств на «падучей» древесине и некоторых органических отходах промышленности и сельского хозяйства. Такой транспорт помогал бы в работе лесхозов, индивидуальных хозяйств.

По бокам кабины грузовика установлены так называемые «самовары». Один из них – газогенератор, в котором древесина превращается в смесь горючих газов, то есть здесь осуществляется процесс газификации. С химической точки зрения этот процесс очень сложен, так как многие реакции протекают одновременно и в разных направлениях. В упрощённом же виде это выглядит примерно так.

В зоне горения часть углерода древесины сгорает полностью с получением негорючего углекислого газа  $\text{CO}_2$ . Температура в этой зоне превышает  $1200^\circ\text{C}$ . Остальная часть топлива из-за недостатка подачи воздуха окисляется только до угарного газа  $\text{CO}$  (оксид углерода II), как в случае несвоевременного закрытия заслонки при печном отоплении. Пройдя зону горения, смесь образующихся газов попадает в зону восстановления, где находятся разогретые теплом реакции горения древесные чурки. В данной зоне углекислый газ, соприкасаясь с горячим углеродом, восстанавливается до оксида углерода  $\text{CO}$ . При этом вода, имеющаяся в древесине (в случае недостатка её добавляют в «самовар»), соприкасаясь с углеродом, реагирует с ним с получением  $\text{CO}$  и водорода ( $\text{H}_2$ ).

В отличие от зоны горения реакции в зоне восстановления идут с поглощением тепла, что уменьшает температуру в ней до  $800\text{--}1100^\circ\text{C}$ . В зоне восстановления частично образуется и метан  $\text{CH}_4$  – основной компонент природного газа.

В целом же, образующаяся смесь газов состоит из  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2$ , которую можно подавать в цилиндры двигателя внутреннего сгорания (ДВС), предварительно охладив их.

А что же делается в «самоваре» за пределами зоны восстановления? Там медленно обугливаются древесные чурки при одновременной отгонке различных кислот, древесного спирта (метанола), смол и других веществ, образующихся из древесины при соответствующей температуре сухой перегонки. Они не должны попадать в ДВС, их лучше пропустить через зону горения и получить дополнительное количество  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$  и  $\text{CH}_4$ .

Что касается верхней зоны, то в ней осуществляется медленная подсушка древесного сырья (отходов) с подготовкой его к последующим процессам.