

# ГЛИЦЕРИН И ПРОПИЛЕНГЛИКОЛЬ – ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ЖИДКОСТИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ДОСТАВКИ НИКОТИНА

*Покровская Т.И., Еремина И.М., Галич И.И.*

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий», Российская Федерация, г. Краснодар

**Аннотация.** В статье отображены физико-химические свойства глицерина и пропиленгликоля, их классификация, способы получения и область применения.

**Ключевые слова.** Глицерин, пропиленгликоль, табак, электронные системы доставки никотина (ЭСДН), никотин, аэрозоль.

## GLYCEROL AND PROPYLENE GLYCOL - THE MAIN COMPONENTS OF E-LIQUID FOR ELECTRONIC SYSTEMS FOR NICOTINE DELIVERY

*Pokrovskaya T.I., Eremina I.M., Galich I.I.*

FSBSI All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Makhorka and Tobacco Products, Russian Federation, Krasnodar

**Abstract.** Physical and chemical properties of glycerol and propylene glycol are presented in the article. Also their classification, methods for production and field of utilization are given.

**Keywords.** Glycerol, propylene glycol, tobacco, electronic systems for nicotine delivery (ESND), nicotine, aerosol.

Электронные системы доставки никотина (ЭСДН) или так называемые «электронные сигареты» представляют собой своеобразный электрический ингалятор, в котором процесс потребления пара, внешне схожего с дымом обычных сигарет, производится путем вдыхания паров нагретой жидкости, находящейся в картридже или баке.

Жидкость для ЭСДН содержит в своем составе никотин, пропиленгликоль, глицерин, воду и ароматизаторы, позволяющие выпускать жидкости с желаемым направлением вкуса и аромата.

Глицерин (химическая формула: 1,2,3-пропантриол) является простейшим представителем трёхатомных спиртов и представляет собой бесцветную, вязкую, сладкую на вкус жидкость без запаха, удельная плотность которой - 1,26 г/см<sup>3</sup>, температура кипения 290 °С (со слабым разложением) [1].

Физические свойства глицерина в значительной мере зависят от температуры. Изменение температуры наиболее сильно влияет на его вязкость, которая снижается в 280 раз при нагревании от 20 °С до 120 °С.

Глицерин смешивается в любых соотношениях с водой, этанолом, метанолом, ацетоном, не растворим в хлороформе и эфире, но хорошо растворяется в их смесях с этанолом.

Название глицерина произошло от греческого слова *glykeros* – сладкий.

Впервые глицерин был получен химиком-фармацевтом Карлом Вильгельмом Шееле из Швеции в 1779 году.

Из столетия в столетие ученые изобретали способы получения глицерина разными путями. Сегодня мы пользуемся глицерином, который получают, в основном, в результате нагрева растительных масел и/или жиров животного происхождения вместе с водой в присутствии катализаторов (кислот, щелочей, ферментов). При энергичном перемешивании жиры расщепляются на два компонента: жирные кислоты и глицерин [2]. Существуют и синтетические методы получения глицерина из пропилена [3].

Производятся два вида глицерина: глицерин натуральный сырой и глицерин дистиллированный. Сырой глицерин изготавливают из натуральных растительных масел и жиров и, в зависимости от качественных показателей, выпускают первого, второго и третьего сорта.

Глицерин натуральный сырой (трехатомный спирт, получаемый при гидролизе или омылении растительных масел и/или животных жиров без применения методов синтеза) в техническом регламенте классифицируется как непищевая масложировая продукция, предназначенная для технических и/или бытовых целей [4].

Дистиллированный глицерин в зависимости от назначения выпускают четырех марок: Д-98 – динамитный, ПК-94 – для фармакопейных целей, а также для пищевой и косметической промышленности, Т-94 и Т-88 – технический. Массовая доля чистого глицерина в дистиллированном глицерине должна составлять не менее 98 % для марки Д-98, не менее 94 % для марок ПК-94 и Т-94 и не менее 88 % для марки Т-88 [5]. Требования к качеству и безопасности глицерина изложены в Техническом регламенте Таможенного союза (ТР ТС 024/2011) «Технический регламент на масложировую продукцию» [6].

Так динамитный глицерин используют для получения нитроглицерина, из которого производят динамит, бездымный порох и другие взрывчатые вещества, применяемые как в мирных целях, так и в военном деле. Помимо того, глицерин входит в состав антифризов в различных двигателях, тормозной и нагревающей жидкости. Он также используется для охлаждения стволов орудий.

Он является составной частью при производстве пластмасс и смол, а эфиры глицерина широко применяют в производстве прозрачных упаковочных материалов, обладающих отличной гибкостью и не теряющих своих свойств ни в жаркую погоду, ни в холод.

В соответствии с его химическими и физическими свойствами глицерин имеет весьма обширную область применения в медицинской, парфюмерно-косметической, оборонной, лакокрасочной, пищевой и табачной промышленности, в производстве моющих средств, электротехнике и радиотехнике, текстильной, бумажной и кожевенной промышленности, полиграфии и фотографии, сельском хозяйстве. Наибольшее количество глицерина расходуется при

производстве взрывчатых веществ, пластических масс, медицинских препаратов, табачных изделий, моющих и косметических средств.

Самое распространенное применение глицерин нашел в косметологии. Его нередко можно встретить в составе множества косметических средств, таких как крема, маски, лосьоны, мыло и пр. Учитывая смягчающие свойства глицерина, в основном это косметические средства, нацеленные на борьбу с сухостью кожи.

Еще одна область, где используется глицерин – медицина и фармакология. Наружно он применяется для заживления и увлажнения пораженных участков кожи, являясь хорошим антисептиком. Антисептические и консервирующие свойства глицерина связаны с его гигроскопичностью, благодаря которой происходит дегидратация бактерий. Он является отличным растворителем йода, брома, фенола, тимола, танина и алкалоидов. Входит в состав многих целебных мазей, гелей и кремов, сиропов, а также увеличивает вязкость некоторых лекарств.

Для внутреннего применения глицерин используют при кашле, внутричерепном и внутриглазном давлении, глаукоме. Глицерин имеет и противопоказания: сахарный диабет, заболевания печени и почек.

В лакокрасочной промышленности глицерин входит в рецептуру полировочных составов, особенно лаков, применяемых для окончательной отделки.

В электротехнике и радиотехнике он широко используется при производстве электролитических конденсаторов, при обработке алюминия и его сплавов, производстве алкидных смол, которые применяются в качестве изоляционного материала.

В текстильной промышленности применяется в прядении, ткачестве, печатании, крашении, придавая тканям эластичность и мягкость. Глицерин находит применение при производстве анилиновых красителей, а также в качестве антисептической и гигроскопической добавки к краскам для печатания. Широко используют при производстве синтетического шелка и шерсти.

В бумажной промышленности глицерин применяют при производстве кальки, пергамента, папирсной бумаги, бумажных салфеток и жиронепроницаемой бумаги.

Глицерин является одним из компонентов восковых эмульсий для дублирования кож, его добавляют к водным растворам хлорида бария, который используют в качестве препарата для консервирования кож.

В пищевой промышленности глицерин известен как пищевая добавка – стабилизатор E422. С его помощью добиваются необходимой консистенции сырья при изготовлении мучных и кондитерских изделий. Глицерин используют при производстве сухофруктов, алкогольной продукции, экстрактов различных напитков (чай, кофе, имбирь). E422 продлевает срок годности готовой продукции.

В сельском хозяйстве раствором с добавлением глицерина обрабатывают стволы деревьев, защищая их от болезней и вредителей. Семена и сеянцы быстрее прорастают после их обработки этим веществом.

В табачной промышленности глицерин применяется при подготовке табака к резанию и набивке, а также при производстве восстановленного табака.

Благодаря своим гигроскопичным свойствам, он регулирует влажность и нивелирует характерный неприятный запах дыма сигарет.

Пропиленгликоль – гигроскопичная бесцветная жидкость, растворимая в воде, этаноле, диэтиловом спирте, ацетоне и хлороформе. Он не вызывает коррозию, обладает очень низкой летучестью и очень низкой токсичностью.

Известны два изомера пропиленгликоля – 1,2-пропиленгликоль и 1,3-пропиленгликоль, которые представляют собой бесцветные вязкие гигроскопичные жидкости сладковатого вкуса, без запаха. 1,2-пропиленгликоль по своей химической природе представляет собой двухатомный спирт с молекулярной массой 76,09, удельная плотность которой – 1,04 г/см<sup>3</sup>, температура кипения – 189 °С. 1,2-пропиленгликоль, используемый в качестве пищевой добавки, хорошо растворим в воде, диэтиловом эфире, одноатомных спиртах, этиленгликоле, ограниченно растворим в бензоле. При смешивании с водой резко снижает температуру замерзания растворов. Так, температура замерзания 40 % водного раствора минус 23 °С, а 50 % – минус 35 °С [8].

Пропиленгликоль, получаемый в промышленности гидратацией окиси пропилена, представляет собой рацемическую смесь обоих оптических изомеров.

Пропиленгликоль считается безопасным для производства продовольственных продуктов и медикаментов и имеет широкую область применения в промышленности и используется:

- при производстве ненасыщенных полиэфирных смол (для строительной индустрии и производства автомобилей), эластичных полиуретанов, алкидных смол;
- как растворитель природных и синтетических веществ при приготовлении мазей, паст, кремов, шампуней и т. д. в фармацевтической и косметической промышленности;
- в пищевой промышленности как растворитель пищевых добавок и увлажнитель табака. 1,2-пропиленгликоль обладает умеренными консервирующими и бактерицидными свойствами;
- для дезинфекции помещений на предприятиях пищевой промышленности (распыляют в воздухе в виде аэрозоля);
- при изготовлении тормозных жидкостей, антифризов, антиобледенительных жидкостей и теплоносителей;
- в качестве пластификатора при производстве целлофановых и поливинилхлоридных пленок;
- в дымовых машинах для создания визуальных эффектов на концертах, эстрадных шоу, в киноиндустрии.

Применение пропиленгликоля также возможно в производстве средств личной гигиены и косметики, таких как эликсиры и лосьоны для тела, шампуни, эмульсии, пасты, крема и помады. Свойства пропиленгликоля повышать и понижать температуру жидкостей позволяют использовать его в составах антиобледенительных жидкостей для самолетов и антифризов для автомобилей, в системах кондиционирования, вентиляции и отопления жилых помещений, в системах охлаждения пищевых продуктов и другом теплообменном оборудовании.

Широко применение пропиленгликоля в качестве растворителя в традиционной медицине. На основе пропиленгликоля создаются пероральные и инъекционные медикаменты, такие как Диазепам и Лоразепам.

Пропиленгликоль используется в качестве пищевой добавки E1520, и используется как влагоудерживающий, смягчающий и диспергирующий агент.

Пищевой пропиленгликоль признан нетоксичным и безопасным для применения, а также не вызывающим серьезных побочных эффектов веществом. Однако серьезный вред пропиленгликоль может нанести организму человека при концентрации в плазме свыше 1 грамма/литр [10]. Внутривенное введение в больших дозах препаратов, в состав которых входит пропиленгликоль может приводить к гипотензии, аритмии, остановке сердца. Вдыхание паров пропиленгликоля не представляет значительной опасности для человека, однако длительное вдыхание паров пропиленгликоля, имитирующего туман, в театральных постановках может вызывать раздражение дыхательных путей.

Использование глицерина и пропиленгликоля в качестве пищевых добавок E422 и E1520 регламентировано Техническим регламентом Таможенного союза (ТР ТС 029/2012) «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств». В Приложении № 2 к ТР ТС 029/2012 приведен «Перечень пищевых добавок, разрешенных для применения при производстве пищевой продукции», в котором технологические функции для глицерина и пропиленгликоля обозначены как влагоудерживающие агенты, загустители и носители, а в Приложении № 28 – «Требования безопасности и критерии чистоты пищевых добавок». Согласно Приложению № 28, содержание основного вещества глицерина в добавке E422 должно быть не менее 98 %, а пропиленгликоля (E1520) – не менее 99,5 %. В этом же приложении приведены максимально допустимые уровни содержания токсичных элементов. Так в добавке E 422 должно содержаться не более: 3 мг/кг мышьяка, 2 мг/кг свинца и 1 мг/кг ртути. В добавке E1520 нормировано только содержание свинца – не более 5 мг/кг [8].

В табачной промышленности глицерин и пропиленгликоль применяют для регулирования влажности табака с целью улучшения его технологических и потребительских свойств, улучшения заполняющей способности. Эти вещества используют также при производстве восстановленного табака и расширенной жилки, в качестве пластификатора при оборачивании сигар, в производстве, кальянного и трубчатого Табаков. Пропиленгликоль является растворителем при приготовлении вкусоароматических добавок для соусирования и ароматизации табачных мешков, позволяющих придавать табачной продукции определенный вкус и аромат.

Некоторые курильщики, отказываясь от курения обычных сигарет, переходят на использование электронных систем доставки никотина, которые позволяют вдыхать определенное количество никотина в аэрозоле (паре), а не потреблять продукты сгорания табака, содержащие целый набор токсичных веществ. Однако влияние электронных сигарет на здоровье человека пока полностью не исследовано.

Наиболее распространены следующие концентрации пропиленгликоля (PG) и глицерина (VG):

- PG-30 % / VG-70 % – большое количество пара, средний уровень;
- PG-50 % / VG-50 % – среднее количество пара, высокий уровень.

Содержание ароматизаторов зависит от рецептуры, и может составлять от 5 %. Состав компонентов жидкости варьирует в соответствии с предпочтениями потребителей, условно именуемыми как традиционный, мягкий, крепкий. Это самые распространённые виды составов жидкостей для электронных сигарет, но некоторые, уже опытные курильщики ЭСДН, изобретают свои собственные составы жидкостей по индивидуальному вкусу.

Важную роль играет вязкость («густота») жидкости. Чем больше в ней глицерина, тем гуще становится жидкость. Поэтому жидкости с большим содержанием глицерина не используются в испарителях со слабой подачей жидкости, поскольку капиллярные свойства материала из которого изготовлен фитиль не способствуют его эффективному смачиванию, а это может привести к перегреву и/или сгоранию спирали [9].

Количество пара, генерируемое ЭСДН широко варьируется и зависит от:

- соотношения PG/VG (пропиленгликоль/глицерин) и чем больше глицерина (VG), тем больше пара и тем более вязкой будет жидкость, а излишняя вязкость может ухудшить капиллярную впитываемость фитиля, поступление жидкости в испаритель;
- количества жидкости в картридже или баке;
- заряда аккумуляторной батареи;
- типа испарителя, так как некоторые модели испарителей производят больше пара, чем другие. Это зависит от качества и количества подачи жидкости, размера спирали, устройства испарительной камеры;
- сопротивления испарителя, так как чем меньше сопротивление, тем больше генерируется пара;
- типа устройства и качества кнопки-переключателя;
- напряжения, подаваемого на спираль и количества витков спирали;
- объема и времени затяжки и других факторов.

В ФГБНУ ВНИИТТИ проводятся исследования по определению содержания никотина, глицерина и пропиленгликоля в картриджах ЭСДН и в аэрозоле.

Результаты исследования состава жидкостей, заполняющих различные типы картриджей разных моделей, показали, что масса каждой из анализируемых проб жидкостей для заправки картриджей отличалась в зависимости от типа и вместимости картриджа. Состав жидкости может сильно меняться в зависимости от производителя и в состав жидкостей некоторых производителей входит до 95 % пропиленгликоля или до 80 % глицерина.

Некоторые потребители отмечают, что при большем количестве глицерина в жидкости пара больше, а вкусоароматический эффект гораздо менее выражен. Это вполне объяснимо, так как большинство вкусоароматических добавок хорошо растворяются в пропиленгликоле или этиловом спирте.

Продукты термического разложения пропиленгликоля, глицерина и вкусоароматических добавок при нагреве жидкости вполне могут наносить вред

организму человека, продуцируя такие токсичные вещества, как акролеин, формальдегид, ацетальдегид и т.д. Исследования в этом направлении проводятся во всем мире.

Пока утверждать, что использовать ЭСДН безопаснее, чем курить, не представляется возможным.

### **Литература**

1. Химическая энциклопедия. Том 1. М.: Изд-во «Большая Российская энциклопедия», 1992.
2. Неволин Ф.В. Химия и технология производства глицерина. М., 1954.
3. Ошин Л.А. Производство синтетического глицерина. М., 1974.
4. ГОСТ 6824-96. Глицерин дистиллированный. Общие технические условия.
5. Технический регламент Таможенного союза (ТР ТС 024/2011) «Технический регламент на масложировую продукцию.
6. Химическая энциклопедия. Том 4. М.: Изд-во «Большая Российская энциклопедия», 1992.
7. Технический регламент Таможенного союза (ТР ТС 029/2012) Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств.
8. WHO Framework Convention on tobacco Control: guidelines for implementation Article 5.3; Article 8 – 14 – 2013 edition. Tobacco industry -legislation. 4.Tobacco-derived products labelling. 5.Tobacco control campaigns. I.World Health Organization.
9. <https://www.neboleem.net/propilenglikol.php>