

УДК 697.245:665.775:620.193.91

ЭВОЛЮЦИЯ БИТУМНО-МАСТИЧНЫХ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ СТАЛЬНЫХ ПОДЗЕМНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Н.В. Струцкий

Государственное предприятие «НИИ Белгипрогаз», г. Минск, Республика Беларусь
e-mail: nickolasstrutsky@gmail.com

Статья раскрывает процесс эволюции битумно-мастичных изоляционных покрытий стальных подземных распределительных газопроводов на всем протяжении их применения в газовом хозяйстве республики для защиты стальных подземных распределительных газопроводов от коррозии. Освещен круг вопросов, связанных с особенностями компонентного состава и рецептур битумных мастик различных поколений с точки зрения их влияния на эксплуатационные качества и долговечность покрытий.

Ключевые слова: битум, битумная мастика, стальной подземный газопровод, защита от коррозии, изоляционные покрытия.

EVOLUTION OF BITUMEN-MASTIC PROTECTIVE COATINGS FOR STEEL UNDERGROUND GAS DISTRIBUTION PIPELINES

N. Strutsky

State Enterprise NII Belgiproto gaz, Minsk, Republic of Belarus
e-mail: nickolasstrutsky@gmail.com

The article reveals the process of evolution of bitumen-mastic insulation coatings of steel underground distribution gas pipelines throughout their application in the gas industry of the republic to protect steel underground distribution gas pipelines from corrosion. It covers a range of issues related to the specific composition and formulations of bitumen mastics of various generations in terms of their impact on the performance and durability of the coatings.

Keywords: bitumen, bitumen mastic, steel underground gas pipeline, corrosion protection, insulating coatings.

Введение. Так называемая пассивная защита от коррозии (изоляционные покрытия) является одним из ключевых элементов, от которых прямо зависит техническое состояние и долговечность стальных трубопроводных коммуникаций. Битумно-мастичные изоляционные покрытия (БМИП) исторически являются одним из наиболее распространённых видов наружной изоляции стальных подземных трубопроводов, в том числе, газопроводов.

На территории Беларуси битумно-мастичная изоляция применялась при строительстве стальных подземных распределительных газопроводов с начала газификации (1958 г.) и до 2003 года включительно, то есть, на протяжении 45 лет. До настоящего времени данные покрытия остаются преобладающими в газовом хозяйстве республики, ими защищено около 87% от общей протяженности газораспределительной сети.

Учитывая широкую распространенность и длительный срок применения БМИП в отечественной практике строительства объектов газораспределительной системы, необходимо

проанализировать эволюцию данного вида покрытий, изменение их свойств и эксплуатационных качеств, а также развитие нормативно-технической регламентации в данной области.

Основная часть. Традиционная битумно-мастичная изоляция представляет собой многослойное покрытие горячего нанесения, обладающее сложной конструкцией. Как правило, битумно-мастичная изоляция распределительных газопроводов состоит из грунтового слоя, трех слоев битумной мастики, двух армирующих слоев (стеклохолст марок ВВ-К и ВВ-Г), обертки (крафт-бумага, бризол, пленка ПЭКОМ).

Армирующие слои и обертка несут вспомогательные функции – механическое упрочнение покрытия, повышение адгезии между слоями мастики (армирующие слои) и защита битумной мастики от внешних воздействий, в первую очередь, от ультрафиолета и влаги, при хранении изолированных труб и выполнении строительно-монтажных работ (обертка).

Непосредственно изолирующую функцию покрытия (создание разделяющего барьера между наружной поверхностью трубы и грунтовым электролитом) обеспечивает битумная мастика за счет своих гидрофобных свойств, обусловленных очень низкой, практически нулевой пористостью битума, и хороших адгезионных качеств. Вместе с тем, в чистом виде битум имеет недостаточную механическую прочность, термостабильность (диапазон температурной деформативности) и эластичность, что требует его модификации различными добавками. По назначению добавки делятся на структурирующие (наполнители), пластифицирующие, комбинированные.

Таким образом, битумная мастика представляет собой сложноструктурированный композиционный материал, в котором помимо битумных пространственных структур возникают структуры с участием наполнителя. Для изоляционных работ на разных этапах применялись мастики с наполнителями различной природы: битумно-минеральные (МБМ), битумно-резиновые (МБР), битумно-полимерные (МБП), мастики смешанного состава.

На первоначальном этапе использовались битумно-минеральные мастики, наполнителем в которых служил преимущественно каолин. В качестве связующего применялись битум мягкий БМ и битум твердый БТ, которые получали путем смешения битумов III и IV или V в соотношении 3:7 для битума БМ, 1:9 для битума БТ. Такие покрытия носили название битумных эмалей [1], их состав приведен в таблице 1.

Таблица 1. – Состав битумных эмалей [1]

Марка покрытия	Климатические районы	Состав эмали по весу, %		
		битум БМ	битум БТ	каолин
БМ-25Н/БМ-25К	Северные	75	–	25
БТ-15Н/БТ-15К	Средней полосы	–	85	15
БТ-25Н/БТ-25К	Южные	–	75	25

В дальнейшем рецептура битумно-минеральных мастик становилась разнообразнее (таблица 2), наряду с каолином стал использоваться молотый известняк (мел) [2], в состав при необходимости стали вводиться пластификаторы [3]: масло зеленое, масло осевое, масло автотракторное, полидиен и др. Это позволило производить трубоизоляционные работы при пониженных температурах наружного воздуха, правда, за счет определенной потери стойкости покрытия к продавливанию [4] (вопрос влияния пластифицирующих добавок на эксплуатационные свойства битумных композитов заслуживает отдельного рассмотрения). Примерные составы ранних изоляционных мастик с каолином или известняком показаны в таблице 2.

Таблица 2. – Состав ранних битумно-минеральных изоляционных мастик

Материал	Битумы		Состав мастики, %			
	БМ	БТ	I	II	III-3	IV
Битум БМ	100	–	75	–	70	–
Битум БТ	–	100	–	75	–	75
Наполнитель	–	–	25	25	25	22
Пластификатор	–	–	–	–	5	3

Однако практический опыт применения показал, что введение данных наполнителей в битумные композиты нецелесообразно, так как каолин омыляет битум и снижает его защитные свойства, а мел, поглощая масляную фракцию битума, повышает твердость и хрупкость мастики [5]. Выяснилось также, что использование минеральных материалов с большой пористостью ведет к ускоренному старению покрытия, потере им пластических свойств. В качестве наполнителя стали использоваться доломит, доломитизированные и асфальтовые известняки, тальк, хризотилвый асбест.

К началу 1960-х годов в СССР сложилась система стандартов, регламентирующих технические требования к нефтяным битумам [6, 7], с некоторыми изменениями действующая в виде межгосударственных стандартов до настоящего времени. В качестве связующего для мастик, используемых в антикоррозийных защитных покрытиях, стали применяться битумы нефтяные изоляционные марок БНИ-IV, БНИ-IV-3, БНИ-V и битумы нефтяные строительные марок БН-IV (позднее БН 70/30) и БН-V (позднее БН 90/10).

Следует отметить, что требования к технологии производства изоляционных битумов строже: данные битумы получают окислением остаточных продуктов прямой перегонки нефти или их смесей с асфальтами и экстрактами масляного производства, применение продуктов крекинга не допускается. Строительные нефтяные битумы допускается получать компаундированием, возможность применения продуктов крекинга не оговаривается, что увеличивает возможный разброс химического и группового состава (а, следовательно, и структурных свойств) конечного продукта при одинаковой марке.

В 1970-х годах появился принципиально новый материал, имеющий более высокие технические свойства по сравнению с МБМ – битумно-резиновая мастика [8], в которой для модификации свойств битума была использована резиновая крошка, полученная при переработке изношенных автомобильных шин. Состав МБР различных марок приведен в таблице 3.

Таблица 3. – Состав битумно-резиновых мастик по [8]

Наименование компонентов	Содержание компонентов в мастике в % по массе				
	МБР-65	МБР-75	МБР-90	МБР-100	
				МБР-100-1	МБР-100-2
Битумы нефтяные строительные или нефтяные для изоляции нефтегазопроводов:					
БН-IV (БНИ-IV)	88	88	93	45	–
БН-V (БНИ-V)	–	–	–	45	83
Резиновая крошка из амортизированных покрышек по ТУ 51-408-83-68	5	7	7	10	12
Пластификатор (зеленое масло)	7	5	–	–	5

Добавление резиновой крошки позволило существенно улучшить трещиностойкость и деформативность материала. Высокие качества МБР, сочетающиеся с распространенностью и дешевизной наполнителя, обеспечило ее широкую востребованность, сохраняющуюся во многих отраслях строительства и промышленности.

С развитием полимерных материалов, последние также стали использоваться для улучшения структурно-механических свойств битумных мастик. Применение полимеров позволило достичь наибольшего изменения свойств битумов: увеличения вязкости, снижения термочувствительности, расширения рабочего температурного интервала и т. д.

При введении полимерных добавок в битум молекулы полимера образуют конденсационную сетку в результате взаимодействия свободных полимерных радикалов, которая как правило является более прочной по сравнению с коагуляционными структурами, образующихся в чистом битуме, в связи с чем битумно-полимерные материалы с конденсационно-коагуляционной структурой обладают большей прочностью и пластичностью при небольшой степени заполнения битума наполнителем [9].

Таким образом, по мере развития технологий модификации битумов и получения битумных композитов с заданными свойствами, количество битумных мастик, используемых для изоляции стальных подземных газопроводов, возрастало. Так, ГОСТ 9.015-74 [10] наряду с битумно-резиновой мастикой, допускал для изоляционных работ применение битумно-асбополимерной, битумно-атактической мастик, 4-х марок битумно-минеральных мастик и 4-х марок битумно-тальковых мастик (табл. 4). С учетом [8] – это 15 различных рецептур.

Таблица 4. – Состав изоляционных битумных мастик по [10]

Мастика	Битум БНИ-IV по ГОСТ 9812-74 или БН-70/30 по ГОСТ 6617-76	Битум БНИ-V по ГОСТ 9812-74 или БН-90/10 по ГОСТ 6617-76	Масло зеленое или масло осевое по ГОСТ 610-72	Атактический полипропилен	Доломитизированный или асфальтовый известняк, доломит по ГОСТ 8267-82	Асбест хризотилковый по ГОСТ 12871-83 сорт 7	Тальк-магнезит молотый, сортов I, II по ГОСТ 21235-75 или тальк А сортов I, II по ГОСТ 19729-74	Низкомолекулярный полиэтилен
Битумно-атактическая	95	–	–	5	–	–	–	–
Битумно-минеральная марки:								
I	75	–	–	–	25	–	–	–
II	–	75	–	–	25	–	–	–
III	70	–	5	–	25	–	–	–
IV	–	75	–	–	22	–	–	–
Битумно-тальковая марки:								
I	80-85	–	–	–	–	–	20-15	–
II	–	80-85	–	–	–	–	20-15	–
III	80-82	–	3	–	–	–	17-15	–
IV	–	80-82	3	–	–	–	17-15	–
Битумно-асбополимерная	87-90	–	–	–	–	10-7	–	3

В 1980-1990-х годах применение получили битумно-полимерные мастики заводского изготовления Изобитэп-Н для наружной изоляции подземных стальных трубопроводов, и Изобитэп-30 для наружной изоляции трубопроводов и внутренней изоляции водоводов [11]. В качестве наполнителя в данном случае использовался бутадиен-стирольный термоэластопласт по ТУ 38-103267-80 [12], а вяжущего – битум изоляционный марки БНИ-IV (Изобитэп-Н) или битум вязкий дорожный марки БНД-60/90 (Изобитэп-30).

В связи с началом производства в республике предизолированных стальных труб с заводским защитным покрытием из экструдированного полиэтилена, а также открытием в ряде газоснабжающих организаций трубоизоляционных цехов, использующих термоусаживающиеся ленты, в 2003 году решением Ведомственной координационной группы (ВКГ) концерна «Белтопгаз» по защите от коррозии было принято решение о прекращении применения БМИП на стальных распределительных газопроводах.

Однако, учитывая, что в указанный период началось поступательное сокращение объемов строительства стальных распределительных газопроводов в пользу полиэтиленовых газопроводов, не требующих изоляции, преобладающее место БМИП среди всех видов защитных антикоррозийных покрытий сохранилось.

Заключение. Анализ показывает, что при строительстве стальных подземных распределительных газопроводов в нашей стране на разных этапах применялись покрытия, включающие в себя как различные битумные связующие, так и многочисленные добавки (наполнители, модификаторы, пластификаторы) различной природы. Эволюция БМИП развивалась от битумно-минеральных к битумно-резиновым и далее битумно-полимерным материалам. Таким образом, понятие «битумно-мастичные изоляционные покрытия» по сути включает в себя целое семейство покрытий с неодинаковыми физико-химическими и механическими свойствами, устойчивостью к старению, что необходимо учитывать при определении остаточного ресурса изоляции газопроводов и выборе оптимальных технологий ее ремонта (восстановления).

ЛИТЕРАТУРА

1. Защита подземных металлических сооружений от коррозии. Справочник / Под ред. Н.И. Рябцева. – М.: Изд-во М-ва коммунального хозяйства РСФСР, 1959. – 743 с.
2. Кулаков, Н.Г. Справочник по газоснабжению / Н.Г. Кулаков, И.А. Бережнов. – Киев: Будивельник, 1968. – 320 с.
3. СН 83-60. Технические условия на производство и приемку работ по устройству магистральных трубопроводов. — М.: Гостройиздат, 1960. – 78 с.
4. Стрижевский, И.В. Защита металлических сооружений от подземной коррозии: Справочник / И.В. Стрижевский, А.М. Зиневич, К.К. Никольский и др. – М.: Недра, 1981. — 293 с.
5. Никольский, К.К. Защита подземных металлических сооружений связи от коррозии изолирующими покровами / К.К. Никольский, Е.Г. Федосеева. – М.: Связь, 1975. – 160 с.
6. ГОСТ 6617-56. Битумы нефтяные строительные. Технические условия.
7. ГОСТ 9812-61. Битумы нефтяные для изоляции нефтегазопроводов. Технические требования.
8. ГОСТ 15836-70. Мастика битумно-резиновая изоляционная. – М.: ВНИИСТ, 1970. – 8 с.
9. Стрижевский И.В. Защита подземных металлических сооружений от коррозии: Справочник / И.В. Стрижевский и др. – М.: Стройиздат, 1990. – 303 с.
10. ГОСТ 9.015-74. Единая система защиты от коррозии и старения. Подземные сооружения. Общие технические требования. – М.: Издательство стандартов. – 86 с.
11. Борисов, Б.И. Изоляционные работы при строительстве магистральных трубопроводов: Справочник рабочего / Б.И. Борисов. – М.: Недра, 1990. – 223 с.
12. ТУ 38-103267-80. Термоэластопласты бутадиенстирольные. – М.: Союздорнии, 1988. – 58 с.