



НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ЛАКОВ ДЛЯ ЭМАЛИРОВАНИЯ ПРОВОЛОКИ

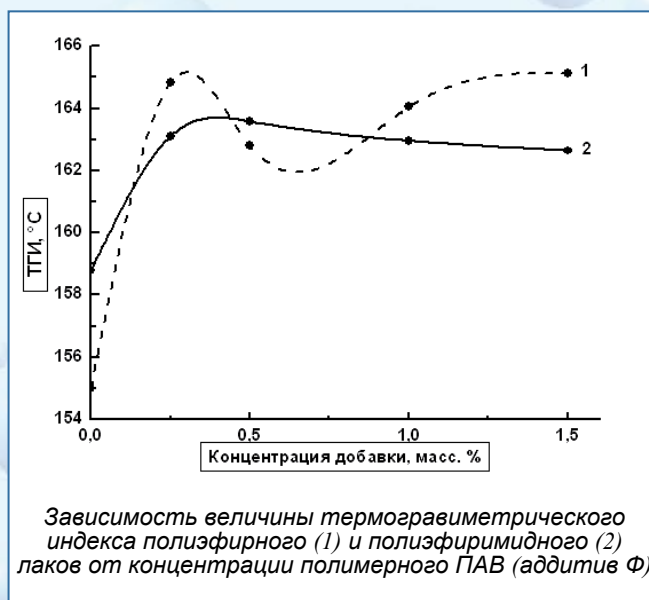
А.П. Биржин, технический директор;
Ю.М. Евтушенко, д-р хим. наук, начальник НТЦ;
В.В. Иванов, канд. техн. наук, зам. технического директора;
Н.Н. Гетманцева, ведущий инженер-технолог НТЦ;
Г.А. Крушевский, аспирант, инженер-технолог НТЦ;
ЗАО «Электроизолит»

Использование новых высокоскоростных эмальагрегатов для эмалирования проволоки привело к необходимости создания новых лаков, обладающих специфическими свойствами. Эти свойства обусловлены особенностью их переработки при повышенных скоростях эмалирования и повышенных температурах.

Повышение скорости эмалирования проволоки повлекло за собой значительное снижение толщины лаковой пленки за один проход и, как следствие, увеличение общего числа проходов проволоки. Поэтому лаки для высокоскоростных эмальагрегатов должны обладать очень хорошей растекаемостью как в условиях нанесения эмалевого покрытия на проволоку, так и при повышенных температурах. Для этого в лаки дополнительно вводят высококипящие соединения, обладающие поверхностно-активными свойствами, то есть поверхностно-активные вещества (ПАВ), например полибутилтитанат.

Титанорганические соединения существенно повышают растекаемость лаков при эмалировании проволоки на обычных эмальагрегатах, однако при переходе к высокоскоростным машинам эффективность этих ПАВ не обеспечивает требуемого качества покрытия. Кроме того, существует необходимость ограничения их концентрации ввиду частичной деградации при высоких температурах с образованием двуокиси титана, которая осаждается на катализаторе дожигания и снижает его эффективность.

С учетом вышеизложенного в Научно-техническом центре ЗАО «Электроизолит» разработаны новые марки эмальлаков Элизван 155 (бывший ПЭ-155, температурный индекс 155 °С) и ПИ-180ФМ (температурный индекс 180 °С). В качестве агентов растекаемости выбраны ПАВ полимерной природы. Эффективность этих ПАВ значительно выше, чем полибутилтитаната. Такие полимеры не подвергаются термодеструкции до 450–500 °С (кратковременный нагрев). Важным преимуществом этих ПАВ является повышение термостойкости пленок лаков в их присутствии. Так,



Зависимость величины термогравиметрического индекса полиэфирного (1) и полиэфиримидного (2) лаков от концентрации полимерного ПАВ (аддитив Ф)

термогравиметрические индексы пленок на основе полиэфиров, полиэфиримидов, полиэфирциануратов и полиэфиризоцианатов с добавкой полимерного ПАВ оказались на 5–10 °С выше, чем для соответствующих составов без добавки ПАВ (см. рисунок)*.

Лаки могут перерабатываться как на высокоскоростных ($VD > 50$), так и на обычных низкоскоростных эмальагрегатах ($VD < 50$). В табл. 1 и 2 представлены результаты эмалирования лаками на эмальагрегатах различной конструкции.

Разработана технология получения лака Элизван 155, в котором содержание «нелетучих» и вязкость могут регулироваться в широких пределах. Лак предназначен для получения эмалированной проволоки диаметром 0,5–1,5 мм. В то же время эмалирование лаком Элизван 155 (содержание «нелетучих» – 22 %) на эмальагрегате HDS с $VD = 28,4$ проводов марки ПЭТВ-2 диаметром 0,071 мм показало его хорошую технологичность. Величина VD на лаке Элизван 155 соответствует таковой на лаках Terebek MT 533/28 и Sinvar 308/25 M.

* Результаты получены ведущим инженером Е.В. Афошиной и рассчитаны аспирантом Г.А. Крушевским.

Таблица 1

Результаты эмалирования проволоки лаком Элизван 155 на высокоскоростных эмальагрегатах

Фактический диаметр провода, мм	Пробивное напряжение (среднее значение), В	Истирание, игла 0,4	Истирание, игла 0,23	Термопластичность, °С	Тепловой удар, °С	Относительное удлинение, %	VD
Эмальагрегат 3SEL							
0,355–0,406	9200	>100>100>100	7,4/8,7	>300	2d × 200	40	50
0,400–0,456	9500	>100>100>100	8,04/8,56	>320	2d × 200	36	45
0,950–0,990	10000	>100>100>100	10,90/12,05	>300	4d × 200	36	45
1,000–1,070	8000	>100>100>100	10,20/11,70	>300	4d × 200	35	45
Эмальагрегат VS 900/S+1							
1,168–1,192	9000	100–130–113	16,3/16,8	>300	4d × 200	39	42
1,168–1,192	7600	115–94–102	15,3/17,0	>300	4d × 200	41	45
1,168–1,192	7700	29–75–54	16,3/17,4	>300	4d × 200	39	50
Эмальагрегат НЕМ 500/4							
0,560–0,632	9000	56–38–54	11,03/10,36	>300	4d × 200	33	78
Эмальагрегат VS 900/6							
1,170–1,250	7500	216–110–176	—	>320	4d × 200	41	45
Эмальагрегат МАG							
1,000–1,050	11600	85	—	>300	3d × 200	34	17,5

Таблица 2

Результаты эмалирования проволоки лаком ПИ-180ФМ на высокоскоростных эмальагрегатах

Фактический диаметр провода, мм	Пробивное напряжение (среднее значение), В	Истирание, игла 0,4	Истирание, игла 0,23	Термопластичность, °С	Тепловой удар, °С	Относительное удлинение, %	VD
Эмальагрегат 3SEL							
0,300–350	8500–9000	>100>100>100	—	300	2d × 200	36	44,1–48,0
0,350–0,360	8200–9000	>100>100>100	—	300	2d × 200	36	44,0–48,0
0,400–0,455	9000–10000	>100>100>100	8,72/9,00	320	2d × 200	38	44,2–47,6
Эмальагрегат HE 1000/10							
0,250–0,288	8000	60–80–128	—	>240	2d × 200	40	29
0,300–0,340	7500	64–60–65	—	>240	2d × 200	35	25
0,400–0,452	7500	103–98–101	—	>240	2d × 200	44	35
0,450–0,500	8000	103–90–98	—	>240	2d × 200	48	29
Эмальагрегат МАG HM4							
0,400–0,452	9000	—	10,8/11,8	>300	2d × 200	36	45
0,498–0,504	10000	—	11,2/12,1	>300	2d × 200	47	44
0,844–0,850	8000	—	15,3/16,0	>300	2d × 200	43	39
0,950–1,000	13200	93	—	>300	2d × 210	32	17
Эмальагрегат VS 900/6							
0,758–0,834	10000	106–168–130	9,56/10,21	>320	2d × 200	42	45
Эмальагрегат НЕМ 500/4							
0,560–0,610	7000	>100>100>100	7,75/9,15	300	2d × 200	36	72

Следует отметить большой запас по термопластичности, высокую эластичность пленки (относительное удлинение более 35 %) и стойкость к истиранию. Провода марки ПЭТ-155 соответствуют ТУ 16.К71-160-92 и требованиям МЭК 317-3-1990. Тонкие провода (VD = 45, диаметром 0,3–0,5 мм), изготовленные на эмальагре-

гате 3SEL, соответствуют требованиям МЭК 317-8-1990 (ПЭТ-180). Лак может быть использован для изготовления двухслойных проводов ПЭТД-180 в качестве первого слоя. Поверхности эмалированных проводов одинаковы по качеству поверхности провода, изготовленного на лаке Sivater M итальянского производства.

Лак ПИ-180ФМ успешно использован для изготовления проводов марок ПЭТВ-1, ПЭТВ-2, ПЭФ-155, W 200-L, W 200-2L, ПЭТ-155, ПЭТ-180, двухслойных проводов ПЭТД-180. Как и Элизван 155, лак ПИ-180ФМ имеет большой запас по тепловым, механическим и электрическим характеристикам.

Существует ограниченное число лаков для эмалирования алюминиевой проволоки. Как правило, эмальлаки для эмалирования медной проволоки неприменимы для эмалирования алюминиевой, что связано с различием межфазного натяжения на границе металл – эмальлак и определяется прежде всего природой металла. В частности, для алюминия характерно наличие оксидной пленки на поверхности проволоки. В силу этого необходимо проводить модифицирование традиционных лаков с учетом специфики алюминиевой проволоки.

Одним из наиболее эффективных приемов является введение поверхностно-активных добавок, обеспечивающих снижение межфазного натяжения на границе алюминий – эмальлак. В результате исследований влияния ПАВ различной природы на растекаемость лаков на алюминиевой подложке удалось подобрать ряд эффективных добавок, обеспечивающих получение эмалированных проводов удовлетворительного качества с использованием традиционных эмальлаков, например Элизван 155 и ПЭ-943.

Эмалирование алюминиевой проволоки диаметром 1,5 мм модифицированным полиэфиризоциануратным лаком показало его удовлетворительную технологичность, при этом пробивное напряжение провода составило 5,5–6,5 кВ. Провод выдержал испытание на тепловой удар ($155 \pm 5^\circ\text{C}$, $t = 30$ мин, 6d), относительное удлинение составило 23 %, механическая прочность на истирание иглой 0,4 мм – число ходов 25 (миним.) и 58 (ср.), эластичность провода в исходном состоянии – 6d.

Одной из наиболее актуальных проблем остается эмалирование медной проволоки диаметром более 1 мм на высокоскоростных вертикальных эмальагрегатах. В настоящее время на рынке практически отсутствуют эмальлаки, которые бы полностью удовлетворяли требованиям кабельных заводов. Главной проблемой, по нашему мнению, являются более жесткие условия формирования эмалевого покрытия, поскольку время пребывания эмалированной проволоки в печи при данной температуре с увеличением его диаметра увеличивается. А это, в свою очередь, приводит к существенному повышению возможности термодеструкции полимеров в процессе формирования лаковой пленки. На ЗАО «Электроизолит» в настоящее время проводится комплекс исследовательских работ, направленных на решение этой задачи.

ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЭЛЕКТРОИЗОЛИТ

141371, Московская область,
г. Хотьково, ул. Заводская, д. 1
Т/ф. (495) 970-03-82, 970-03-79,
970-03-80, 970-03-81
[Http://www.electroizolit.ru](http://www.electroizolit.ru)
E-mail: company@electroizolit.ru

ПРОИЗВОДСТВО И ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

ЛАКИ для эмалирования проводов

ПЭ - 943 А	130 °С
ИД - 9142	155 °С
ПИ - 155 А	155 °С
ПИ - 155 Б	155 °С
ПП - 955 "О"	155 °С
ПП - 955 "Р"	155 °С
УР - 155 К	155 °С
ПАИ - 200 А	200 °С
ПАИ - 200 Б	200 °С

для высокоскоростных эмальагрегатов

Элизван®	155 °С
ПИ - 180ФМ	180 °С

- > Лаки, компаунды, смолы, покрывные эмали, Лаки для эмалирования проводов, Ненасыщенные полиэфирные смолы
- > Лакоткани, стеклолакоткани
- > Текстолиды, стеклотекстолиды, Фольгированные стеклотекстолиды, Профильные стеклопластики
- > Намотанные изделия: трубки и цилиндры бумажно-бакелитовые, стеклоэпоксифенольные
- > Листовые и рулонные композиционные материалы:
- > На основе натуральной слюды: прокладочные, формовочные, гибкие миканиты, микаленты
- > На основе слюдяных бумаг: гибкие слюдиниты, слюдопласты, слюдоленты пропитанные, непропитанные
- > На основе полимерных пленок, синтетических бумаг картона: имидофлекс, изофлекс, лавитерм, пленкоэлектрокартон, пленкосинтокартон.



КОМПЛЕКТАЦИЯ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ДРУГИХ ЗАВОДОВ - ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

- Стержни текстолитовые, провода эмалированные
- Гетинаксы, трубки: ТКР, ТЛВ, ТКСП, ТВ-40
- Ленты: Киперные, тафтяные, ПВХ, ЛСБЭ
- Шнуры: Лавсановый, ШС, чулок

Приглашаем к взаимовыгодному сотрудничеству!