



# РОЛЬ И МЕСТО ОБУЧЕНИЯ КАДРОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ТРУБ

**Владимир Кимельблат**  
*д.т.н., профессор*

## **Роль квалификации строителей в эффективном применении полимерных труб**

Монтажно-эксплуатационные преимущества полимерных труб перед традиционными трубами очевидны и хорошо известны. Соединения полимерных труб надежнее, чем соединения традиционных труб. Сборка полимерных трубопроводов проводится преимущественно промышленными методами, поэтому качество соединений полимеров существенно меньше зависит от «человеческого фактора», чем, например, в случае

электросварочных работ при сборке стальных трубопроводов или чеканки раструбов традиционных труб.

Вместе с тем роль квалификации строителей полимерных трубопроводов настолько велика, что требования к высокой квалификации сварщиков иногда называют недостатком самого популярного метода сварки – соединения встык.

Принято считать, что раструбная сварка не предъявляет высоких требований к квалификации сварщиков, в частности потому, что центровка трубы в муфте обеспечивается конструкцией соединения. Практика экспертиз аварий противоречит этим взглядам (рис. 1).

**Рис. 1. Грубые нарушения технологии сварочно-монтажных работ привели к саморазрушению трубопровода из полипропиленовых труб течение нескольких месяцев после начала эксплуатации.**



Раструбная электротермическая сварка может выполняться с применением автоматизированных аппаратов, снабженных системами распознавания фитингов путем чтения штрихкодов (или действующих по другим принципам), а также компьютерными протоколами. Поэтому иногда говорят, что результаты электромужфтовой сварки не зависят от «человеческого фактора». Ошибочность этого взгляда иллюстрирует рис. 2.

По долгу службы в Казанской лаборатории НПО «Пластик» с 1981 г. по 1992 г., а затем в рамках деятельности инновационной фирмы ООО «ТЭП» автор собирал и анализировал информацию о факторах, ограничивающих эксплуатационную надежность полимерных трубопроводных систем [1-16].

Выявляя причины преждевременного выхода из строя полимерных трубопроводных систем и классифицируя эти причины, автор неоднократно приходил к следующему выводу. Причиной большинства аварий является недостаточный уровень теоретической и практической подготовки руководителей, специалистов и рабочих.

**Рис. 2. Электромужфтовое соединение, выполненное с нарушением технологии**



Важно отметить, что, по нашим наблюдениям, большой практический опыт работы не заменяет специальной подготовки. Мы полагаем, что адекватная решаемым задачам квалификация дает иммунитет от нарушений норм еще и потому, что только квалифицированный работник с широким теоретическим кругозором может надежно прогнозировать последствия нарушений.

Эти соображения относятся и к проектировщикам полимерных трубопроводов, допускающих грубые ошибки и недочеты в проектах, и к поставщикам труб, а также снабженцам, допускающим необоснованные замены в спецификациях труб и деталей и нарушающих правила их хранения. В результате «программируются» нарушения технологии монтажа. Наиболее типичны ошибочные сочетания, казалось бы, подобных (с точки зрения неподготовленных снабженцев) труб и фитингов, имеющих одинаковые показатели МОР (рабочего давления), но разные SDR и MRS (т.е. толщины стенок и характеристики материала труб).

Так, например, в процессе шефмонтажа на ответственном объекте Водоканала г.Волжска нами была обнаружена пересортица труб и фитингов - d630, часть из которых была изготовлена из ПЭ 80, а другие – из ПЭ 100. В этом случае ошибку снабженцев удалось исправить. В других случаях несоответствие свариваемых деталей неизбежно приводило к авариям [15].

Впрочем, ИТР, непосредственно руководящие монтажом трубопровода, должны предотвращать эти нарушения. Разумеется, если сами обладают достаточной квалификацией.

Мировая практика показала, что за очень редкими исключениями (к которым относятся соединения, полученные прутковой или экструзионной сваркой) такие методы, как рентген и ультразвук, бесполезны для контроля качества сварных соединений полимерных труб. Эти неразрушающие методы, доказавшие свою эффективность при контроле электросварных швов металлических изделий, за многие годы так и не получили ни теоретического обоснования, ни подтверждения практической полезности при контроле соединений полимеров, полученных сваркой встык. Иными словами, единого метода контроля сварных соединений нет.

Вместе с тем во всем мире принята пятиступенчатая система контроля. Она включает три превентивные стадии – входной контроль труб и фитингов, проверку квалификации сварщиков, контроль сварочного оборудования, а также пооперационный контроль основных параметров сварки и контроль сварных соединений.

Эта же система отражена в ряде российских нормативных документов и обеспечивает надлежащий уровень качества сварных соединений. Создать и обеспечить функционирование такой системы в строительных фирмах способен хорошо информированный руководитель и высококвалифицированные специалисты-контролеры.

В отсутствие абсолютного метода контроля сварки роль квалификации и ответственности **сварщиков-монтажников** трудно переоценить.

Квалифицированный сварщик выполняет завершающую стадию контроля труб и фитингов, проводя их отбраковку непосредственно перед сваркой. Имея право отбраковки деталей, сварщик, естественно, несет ответственность за сварку изделий с дефектами внешнего вида и соединение деталей из разнородных материалов.

Квалифицированный сварщик работает только на исправном оборудовании, снабженном надлежащими средствами контроля технологического процесса.

Старший сварщик бригады должен быть обучен осуществлять пооперационный контроль, строго соблюдать технологические нормы, понимая их объективный характер.

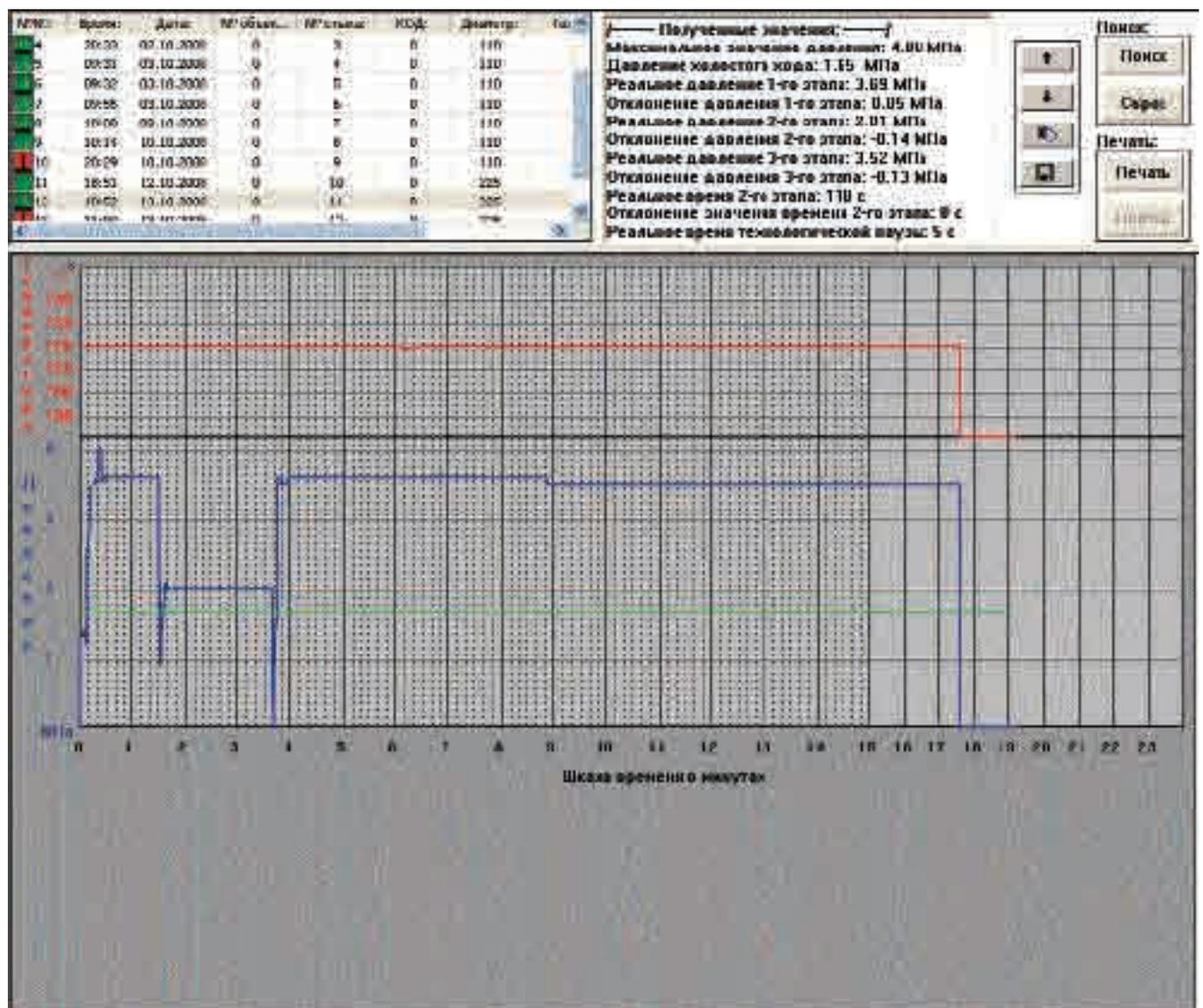
Современные средства механизации и автоматизации сварочных работ облегчают и в ряде случаев упрощают работу сварщика, однако нет автоматов, действительно полностью исключая участие человека в сварке полимерных труб в полевых усло-

виях. В самом деле, такие ответственные операции, как подготовка труб к сварке, их установка в центраторе и проверка качества обработки торцов, по-прежнему выполняются человеком. Более того, сварщик, обслуживающий машины с высоким уровнем автоматизации, должен уметь своевременно выявлять и устранять причины сбоев автоматики, нередкие в экстремальных погодных-климатических условиях России. Следует добавить, что на практике наблюдается целый ряд сбоев автоматики сварочных машин, как в форме одобрения бракованных и даже не сваренных стыков, так и в виде браковки хороших стыков, полученных в неблагоприятных условиях.

Вместе с тем компьютерное протоколирование, которое можно реализовать на машинах любого уровня автоматизации, существенно облегчает пооперационный контроль и повышает его объективность [13, 15].

Компьютерное протоколирование эффективно используется в нашей учебной практике как наиболее оперативное средство обратной связи (рис. 3).

**Рис. 3. Циклограмма сварки. Записана протоколером КП-ТЭП**



## Высокая квалификация кадров как стимул развития рынка полимерных труб

Надлежащая квалификация всех участников процесса применения полимерных труб не только обеспечивает надежность сооружаемых трубопроводов, но и является решающим фактором, обеспечивающим резкое увеличение объемов применения полимерных труб.

Качественно современная ситуация на рынке подобна той, что наблюдалась в СССР в начале 1980-х годов, когда ежегодный рост производства и применения полимерных труб составлял 15-25%. Экономические катаклизмы 1985-2000 гг. затормозили этот процесс, затем он вновь ускорился. С 2000 г. по 2007 г. производство полимерных труб в России выросло в 5 раз [17].

Различия ситуаций носят масштабный и географический характер. В 1980-е годы развитие производства и применения полимерных труб происходило преимущественно на территории Поволжского региона и, в особенности, в Татарстане [1, 2] в радиусе примерно 500 км от крупнейшего в СССР Казанского трубного завода. Сейчас в производстве полимерных труб лидирует Центральный промышленный район, при этом развиваются производства в других регионах [17].

Рассмотрим некоторые сходные черты первой и второй «революции» на рынке полимерных труб России.

Легко заметить повторившийся через 25 лет колоссальный разрыв между реальной потребностью отраслей народного хозяйства (в первую очередь водохозяйственных структур, жилкомхоза и газового хозяйства) в полимерных трубах и слабой организационной готовностью этих отраслей применить эти трубы. Во многих регионах просто боятся использовать малознакомые полимерные трубы. Очевидным следствием является относительно низкая (на 50-60%) загрузка мощностей трубных заводов, производительность которых рассчитана исходя из потенциальной потребности рынка.

В 1981 г., вскоре после пуска Казанского трубного завода (номинальная мощность 50 тыс. тонн полиэтиленовых труб и 2,2 тыс. тонн фитингов, технически возможная производительность – около 80 тыс. тонн), пришлось остановить производство, поскольку склады оказались забиты продукцией, а отгрузка была минимальной. В дальнейшем, в результате систематической работы по организации рынка полиэтиленовые трубы превратились в дефицит.

Основные причины, сдерживающие применение полимерных труб в России, излагаемые в современных аналитических обзорах рынка [17], как будто скопированы из научных трудов Казанской лаборатории НПО «Пластик», выполненных в начале 1980-х годов. В рамках стратегии анализа, выбранной в настоящей статье, эти причины можно свести к неадекватной квалификации субъектов процесса применения труб: торговых структур (в СССР их роль исполняли подраз-



деления Госснаба), проектных организаций, строительных организаций и структур, эксплуатирующих трубопроводы.

Как и 25 лет назад, производители труб питают иллюзии, что технические совершенные и/или дешевые полимерные трубы сами завоюют достойное место на рынке.

На самом деле, для расширения применения полимерных труб необходимо систематически оказывать широкомасштабную научно-техническую помощь всем участникам этого процесса. Активная деятельность в области подготовки и переподготовки кадров, консультации и семинары обеспечили эффективное применение полимерных труб в период первого подъема рынка.

Образовательная активность характерна и для стран с высокоразвитыми рынками производства полимерных труб. В Европе эффективно работает много государственных и учебных центров. Государства Европы поощряют обучение работников современным положениям теории и практики технологии применения полимерных труб, оплачивая обычно 50% стоимости учебы слушателей.

### Организационная структура обучения и повышения квалификации

В табл.1 сделана попытка обобщить опыт организации образовательного процесса, накопленный в Казанской лаборатории НПО «Пластик» и ООО «ТЭП».

Принципы, изложенные в табл. 1, не являются парадигмой организации учебного процесса, а имеют хорошие шансы на развитие в современных условиях.

### Шефмонтаж как завершающая стадия обучения и источник практического опыта

В ряде высокоразвитых стран сварщики-монтажники полимерных трубопроводов после обучения посту-

**Таблица 1. Организация образования в сфере производства и применения полимерных труб**

Контингент	Форма обучения	Объем в часах
Трубные заводы, обучение		
ИТР и контролеры	Лекции, семинары, лабораторная практика	80
Машинисты экструдеров, операторы ТПА	Лекции, семинары, производственная практика	80
Сварщики фитингов и укрупненных узлов	Лекции, семинары, практические занятия по сварке, испытания сварных швов, компьютерные обучающие программы	80
Менеджеры продаж	Лекции, семинары	24
Трубные заводы, подготовка к аттестации		
ИТР, контролеры, машинисты экструдеров, операторы ТПА, сварщики	Лекции, семинары, презентации	8-50
Проектные институты		
Сотрудники	Лекции, семинары	8-16
Торговые фирмы		
Руководители, менеджеры отделов продаж	Лекции, семинары	24
Строительные организации		
Руководители	Лекции, семинары, презентации	8
Руководители, ИТР, контролеры, сварщики-монтажники полимерных трубопроводов	Лекции, семинары, практические занятия по сварке, испытания сварных швов, компьютерные обучающие программы	80-250
Эксплуатирующие и контролирующие организации		
Руководители, ИТР, контролеры (группы приемки), инспектора технадзора		8-40
ВУЗы		
Студенты	Лекции, компьютерные тесты	2-4
Курсанты ФПК, ИДПО	Лекции, семинары, практические занятия по сварке, испытания сварных швов, компьютерные обучающие программы	12-80

пают на многолетнюю стажировку к опытному мастеру, после которой вновь сдают теоретический экзамен и демонстрируют практические навыки. Только после этого они получают право на самостоятельную работу.

Принципы профессиональной подготовки в СССР, разработанные в 80-е годы XX века, предусматривали соответствие квалификации (разряда) сварщика размеру свариваемых труб и сложности работы. Например, сварка фитингов больших диаметров требовала самой высокой квалификации.

В современных условиях, когда в сферу применения полимерных труб стремительно вовлекаются кадры, не имеющие надлежащего опыта, высокую актуальность приобретает продолжение обучения в форме шефмонтажа.

Наиболее серьезные проблемы возникают у недостаточно опытных строителей при сооружении трубопроводов больших диаметров, освоении новой сварочной техники, а также при проведении сварочно-монтажных работ в неблагоприятных погодных-климатических условиях.

В подобных случаях мы рекомендуем строительным фирмам продолжить подготовку своих рабочих под непосредственным контролем наших высококвалифицированных специалистов.

К числу наиболее значимых объектов шеф-монтажа, построенных в период 1981-1992 гг. с участием Казанской лаборатории НПО «Пластик», можно отнести:

- обвязку цеха химводоочистки Казанской ТЭЦ-3;
- химически загрязненную канализацию  $d$  630 мм на Казанском заводе «Полимерфото»;
- глубоководные морские выпуски  $d$  630 мм на черноморском побережье Кавказа;
- освоение сварки емкостей из полиэтиленовых труб  $d$  1000 мм для нужд сельхозхимии;

**Рис. 4. Экстремальные погодные-климатические условия Ямала создают серьезные проблемы при сварке полимерных труб. Этим объясняется актуальность шефмонтажа при сооружении трубопровода  $d$  225мм.**



**Рис. 5. Сварка трубы диаметром 630 мм – серьезное испытание даже для опытных строителей. С шефмонтажниками – надежнее.**



– техническая помощь в производстве сварных нефтепромысловых контейнеров из полимерных труб;

– трубопроводы  $d$  1000 мм на Бакинском и  $d$  630 мм на Небит-Дагском йодных заводах;

– 10-километровый водовод  $d$  1000 мм в южном Казахстане;

а также ряд трубопроводных систем специального назначения в Литве, Пермской области и нефтегазопромислах Поволжского региона.

В процессе шефмонтажных работ был накоплен ценный опыт эксплуатации сварочной техники и строительства полимерных трубопроводных систем, который в дальнейшем был использован при обучении сварщиков и специалистов, выполнении НИИР в области технологии применения полимерных труб и ОКР по освоению производства машин для стыковой контактной сварки полимерных труб  $d$  50-630 мм [11, 13, 20-22].

### Научная и методическая база учебного процесса

Надежной опорой учебного процесса являются как фундаментальные, так и прикладные исследовательские работы в области преподаваемого предмета. Учитывая этот тезис, нами был предпринят цикл исследовательских работ в области производства и применения полимерных труб [4-10, 14]. Результаты этих исследований отражены в монографиях, учебных пособиях и методических указаниях, используемых при обучении и повышении квалификации рабочих и специалистов [12, 16, 18-22].

С целью повышения эффективности учебного процесса разработан ряд электронных средств обучения, включая обучающие компьютерные программы, презентации, фильмы и слайд-шоу по тематике обучения.



Завершающими учебно-методическими документами можно считать технологические инструкции – типовые проекты производства работ по сооружению полимерных трубопроводов, в которых обобщаются нормы действующих НТД, отечественный и зарубежный опыт строительства.

### Заключение

Итак, **роль** обучения и повышения квалификации сварщиков-монтажников и специалистов, работающих в области трубного производства и сооружения полимерных трубопроводных систем, исключительно велика. Только высококвалифицированные кадры обеспечат то расширение объемов производства и увеличение эффективности применения полимерных труб, которое обусловлено объективными законами развития народного хозяйства России и коммунального хозяйства в частности.

Рассуждая о **месте** образовательной деятельности в технологии применения полимерных труб, следует заключить, что учебный процесс призван в адекватных формах пронизывать все стадии процесса производства и применения полимерных труб.

Судя по относительно низким объемам применения полимерных труб, в ряде регионов России еще

необходима пропаганда полимерных труб среди руководителей жилкомхоза, водного и газового хозяйства, промышленности и сельского хозяйства, а также проектировщиков и торговых представителей в форме консультаций, семинаров и презентаций.

Необходимо развить систему обучения и повышения квалификации кадров трубных производств, ориентированную на освоение современных принципов контроля производства в интересах повышения качества продукции.

Тема обучения строителей достаточно подробно раскрыта выше, следует подчеркнуть лишь, что недостаточная квалификация и негативные практические навыки строителей в первую очередь ограничивают надежность полимерных трубопроводов. Поэтому к обучению строителей следует относиться наиболее серьезно. При обучении они должны получать минимальный, но необходимый и достаточный набор фундаментальных знаний об особенностях полимерной формы состояния вещества и научиться применять теоретические знания в своей практической работе. Этот подход принципиально отличает процессы первичного обучения и повышения квалификации от аттестации сварщиков. Аттестация, которая получила в последние годы известное распространение, не может, да и не

должна, по существующим положениям, подменять обучение.

Общение с работниками эксплуатирующих организаций, например, сотрудниками групп приемки водоканалов и энергетиков предприятий, показало, что они остро нуждаются в объективных представлениях о контроле процесса сооружения полимерных трубопроводов как элемента технологии и основных положениях анализа причин аварий.

Наш почти 30-летний опыт образовательной деятельности в области полимерных трубопроводов показал высокую эффективность учебного процесса в формате научно-исследовательской структуры во взаимодействии с системой дополнительного профессионального образования ВУЗа. В нашей практике симбиоз инновационной фирмы ООО «ТЭП» и Казанского государственного технологического университета обеспечивает оптимальное сочетание надлежащего научно-технического и учебно-методического уровня обучения.

## Литература

1. Серебренникова Т.А., Кимельблат В.И., Юденков И.М. Опыт применения ПЭ труб в Татарской АССР. – Трубы из термопластов. Сб. научных трудов НПО «Пластик». М., 1984, с. 58-63.
2. Серебренникова Т.А., Кимельблат В.И., Юденков И.М. Применение полиэтиленовых труб в Среднем Поволжье. Тезисы докладов Всесоюзного совещания «Дальнейшая индустриализация работ по монтажу технологических трубопроводов». – Горький, 1984, с.83-84.
3. Гицина Р.А., Локшин Р.Ф., Кимельблат В.И., Юденков И.М. Причины разрушения и пути повышения надежности соединений труб из термопластов. – Передовой опыт в строительстве. Серия: Механизация строительства, эксплуатация и ремонт строительной техники. ОНТИ ПТИОМЭС, вып.8. Ярославль, 1985, с.18-20.
4. Серебренникова Т.А., Кимельблат В.И., Лялина Н.А., Юденков И.М. Исследование методом ЯМР диффузии нефтепродуктов в стенку ПЭ трубы. – Пластические массы, №2, 1988, с.27-28.
5. Черезов С.В., Серебренникова Т.А., Кимельблат В.И., Юденков И.М. Влияние качества сырья на эксплуатационные свойства ПЭ труб. – Пластические массы, №2, 1988, с.52-53.
6. Серебренникова Т.А., Кимельблат В.И., Черезов С.В., Юденков И.М. Стойкость труб из ПЭНД к действию агрессивных сред. – Пластические массы, №2, 1988, с.49-52.
7. Карп М.Г., Кимельблат В.И., Вольфсон С.И., Евсеева Т.П. Способ оценки качества трубных марок полиэтилена низкого давления. А.с. №1778624 от 1.08.1992 г.
8. Кимельблат В.И., Вольфсон С.И., Чеботарева И.Г. Прогнозирование эксплуатационных качеств экстрюзионного полиэтилена низкого давления по реологическим характеристикам. – Механика композитных материалов, №4, 1996, с.558-663.
9. Черезов С.В., Кимельблат В.И., Юденков И.М., Лялина Н.А. Влияние свойств полиэтилена низкого давления на долговечность сварных соединений. – Механика композитных материалов, №6, 1996, с.842-847.
10. Волков И.В., Кимельблат В.И., Вольфсон С.И. Влияние типа стабилизирующей системы на изменение молекулярной структуры ПЭНД в процессе его термомеханодеструкции. – Структура и динамика молекулярных систем. Сборник статей, вып. 7. М., 2000, с.455-458.
11. Кимельблат В.И., Салахов М.Ш. Установки для контактной сварки полиэтиленовых труб встык. – Химическая техника, №2, 2002, с.36,37.
12. Яруллин Р.С., Сабиров Р.К., Вольфсон С.И., Кимельблат В.И. Полиэтилен: производство, рынок и перспективные направления переработки. – Казань: Татнефтехиминвестхолдинг, 2003.
13. Кимельблат В.И., Волков И.В. Развитие техники и технологии сварки полиэтиленовых труб: Сборник научных трудов вторых Воскресенских чтений «Полимеры в строительстве». Казань: КГАСА, 2004, с.77.
14. Волков И.В., Глухов В.В., Кимельблат В.И. Оценка эффективности стабилизирующих систем ПЭ 80 методом релаксации давления расплава. – Структура и динамика молекулярных систем: Сб. статей. Вып XIII, ч. 1. Уфа: ИФКМ УНЦ РАН, 2006. с. 189-192.
15. Кимельблат В.И. Актуальные положения экспертизы полиэтиленовых трубопроводов. – Полимерные трубы, №1, 2006, с.42-48.
16. Кимельблат В.И., Волков И.В., Тунгусков О.Ю., Соколов С.Ю. Традиции и инновации в производстве полимерных труб. – Казань: ОАО «Набережночелнинская типография», 2007. 320 с.
17. Хазова Т.Н. Полимерные трубы России. – Полимерные трубы №2, 2008, с.26-29.
18. Кимельблат В.И., Вольфсон С.И. Определение оптимального режима сварки полиэтиленовых труб. Методические указания. – Казань: Казан. гос. техн. ун-в-тет., 1999, с.28
19. Кимельблат В.И., Мусин И.Н. Техника и технология сварки полимерных труб (роль температуры нагревателя) Методические указания. – Казань: Казан. гос. техн. ун-в-тет, 2002, 24 с.
20. Кимельблат В.И., Мусин И.Н., Волков И.В. Полимерные трубопроводные системы. Учебное пособие. – Казань: Казан. гос. энергетический. университет, 2003. 96 с.
21. Кимельблат В.И., Волков И.В. Техника и технология применения полимерных труб. Методические указания. – Казань: ООО «Центр оперативной печати», 2006. 16 с.
22. Кимельблат В.И., Мусин И.Н., Волков И.В. Применение полимерных труб, Учеб. пособие. Казань: Казан. Гос. Технол. ун-т. 2005. 156 с.