

И.И. Велиюлин, д.т.н., директор; **А.Д. Решетников**, д.т.н., заместитель директора;
Д.К. Мигунов, начальник управления технологии и организации методов ремонта;
А.В. Токарев, заместитель начальника управления технологии и организации методов ремонта;
Я.А. Раздобудко, к.э.н., заместитель начальника отдела технологии и организации ремонта газопроводов, ЭАЦ «Оргремдигаз» ОАО «Оргэнергогаз»; **В.М. Гуслиц**, к.т.н., технический директор, ООО «Трубопластресурс»

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДОВ

Методы, технологии и организационные подходы к производству капитального ремонта трубопроводов в Акционерном обществе «Газпром» постоянно обновляются и совершенствуются. Так, в период с 1970-х и до начала 1990-х гг. в качестве основного и практически единственного метода ремонта применялся метод с полной заменой дефектного участка на новый – как правило, с прокладкой параллельного участка газопровода.

С 1992 г. в «Газпроме» начались плановые работы по внутритрубной дефектоскопии трубопроводов, а результаты полученной информации о состоянии объектов дали возможность перейти к масштабным и системным работам с использованием выборочного метода ремонта дефектных участков, который позволил при минимальных затратах устранить наиболее опасные очаги коррозионных поражений и снизить аварийность на газопроводах (рис. 1).

В начале 2000-х гг. после всестороннего анализа технического состояния газопроводов и прогноза ситуации на 15–20 лет в 2003 г. группой специалистов Оргэнергогаза и ВНИИГАЗа была разработана 7-летняя Программа по ремонту газопроводов. Приоритетным видом работ в соответствии с данной Программой была определена замена использованных ранее типов изоляционных материалов на новые покрытия, а основным методом ремонта был принят метод переизоляции труб в траншее с сохранением пространственного положения трубопровода, соответствующего эксплуатационному. Это позволяло снизить напряжения в сварных соединениях и металле труб. Подробно организация и технология

ремонтных работ по данному методу прописаны в СТО «Газпром» «Правила производства работ по капитальному ремонту газопроводов», где приведены следующие этапы работ:

- вскрытие газопровода с обеспечением клиренса 0,7–0,8 м и поддержанием трубопровода на весу;
- удаление старого изоляционного покрытия;
- комплекс диагностических работ с отбраковкой и ремонтом дефектных труб и сварных соединений;

- финишная очистка, нанесение покрытия, укладка и засыпка участка.

Вся последовательность операций выстроена с целью обеспечения работоспособности отремонтированного участка при минимальных затратах. Следует сказать, что проведенные работы по Программе ремонта 2004–2010 гг., несмотря на все сложности, позволили в существенной мере ликвидировать большое количество дефектных участков и обеспечить требуемый уровень работоспособности объектов транспорта газа.

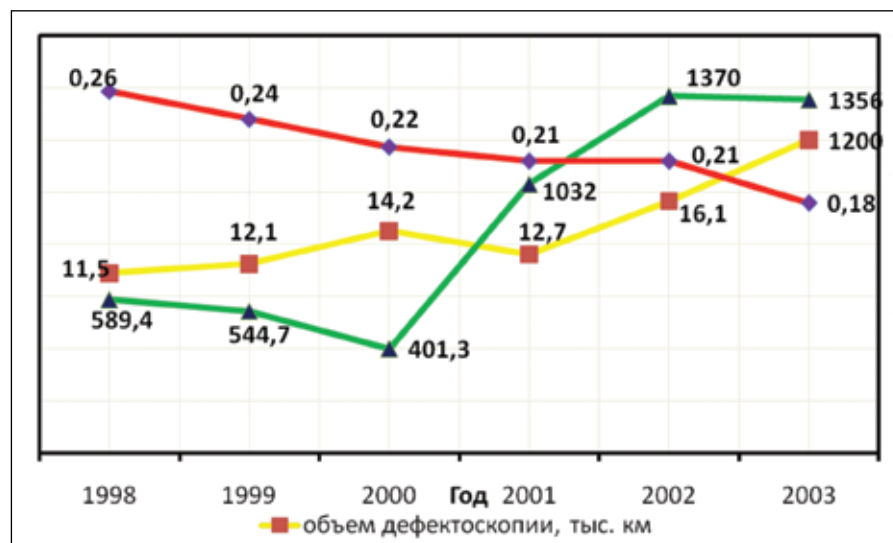
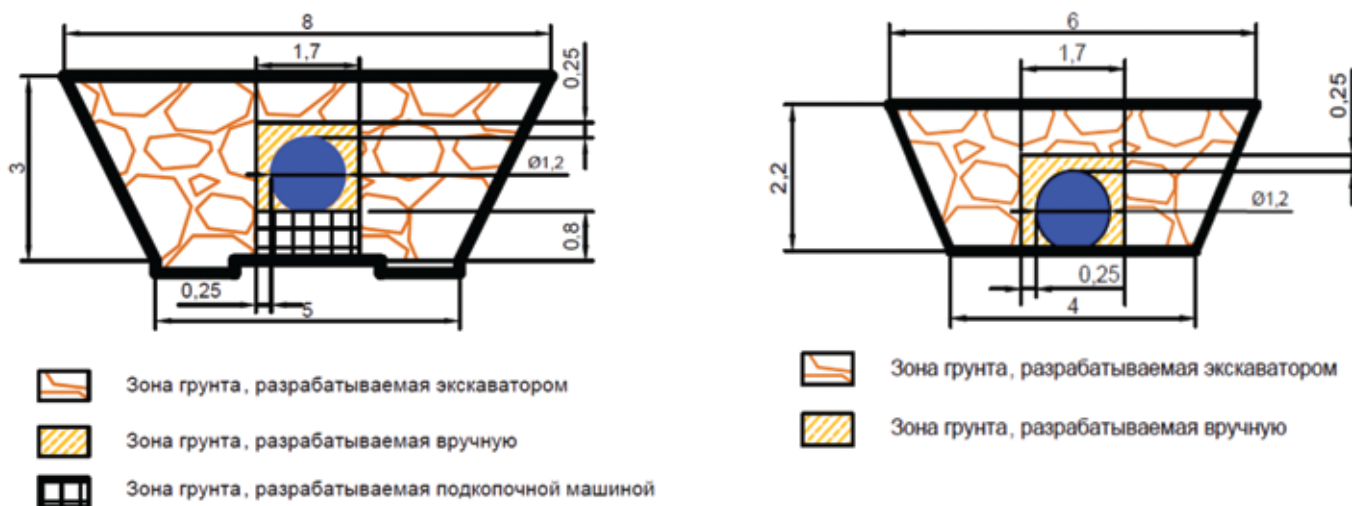


Рис. 1. Динамика изменений показателей по годам



Объем извлекаемого грунта на 1км	
Объем грунта, извлекаемый экскаватором $V_{\text{экск}} = 16675 \text{ м}^3$	Объем грунта, извлекаемый экскаватором $V_{\text{экск}} = 8535 \text{ м}^3$
Объем грунта, извлекаемый вручную $V_{\text{ручн}} = 1334,6 \text{ м}^3$	Объем грунта, извлекаемый вручную $V_{\text{ручн}} = 1334,6 \text{ м}^3$
Объем грунта, извлекаемый подкопной машиной $V_{\text{подк. м.}} = 1360 \text{ м}^3$	
Итого объем грунта, извлекаемый из траншеи: $V_{\text{общ1}} = 19369,6 \text{ м}^3$	Итого объем грунта, извлекаемый из траншеи: $V_{\text{общ1}} = 9869,6 \text{ м}^3$

Рис. 2. Извлечение участка трубопровода

В последние годы на ряде совещаний была обоснована эффективность и целесообразность использования труб повторного применения при капитальном ремонте, а с недавних пор они стали использоваться уже практически. С учетом принятого руководством Газпромрешения о расширении масштабов использования труб повторного применения и строительстве ряда заводов для переработки бывших в эксплуатации труб мы постарались разработать систему, которая позволит максимально оптимизировать организационную и технологическую цепочку всего комплекса работ.

Система предусматривает обеспечение экологических процедур, возможность утилизации и переработки отходов от старой изоляции, а также значительное снижение затрат на производство земляных работ.

Рассмотрим технологические аспекты работ при существующей схеме ремонта в сопоставлении с предлагаемой системой заводского ремонта. Для сопоставления стоимостных показателей условно приняты плечо перевозки труб до завода – 500 км, а до мест складирования труб категории Б на промплощадках ЛПУ – 50 км.

На рисунке 2 представлен расчет объема земляных работ для двух вариантов извлечения трубопровода из грунта:

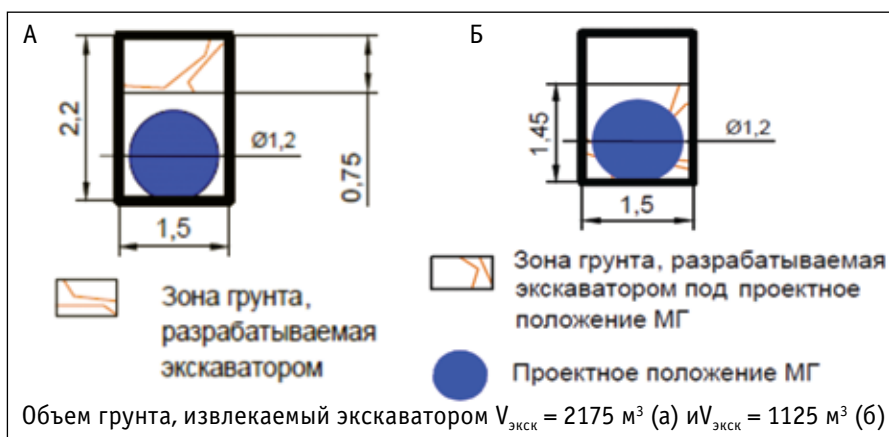


Рис. 3. Извлечение участка трубопровода

- с подкопом под трубу;
- вынос на берму траншеи.

На рисунке 3 представлен расчет объема земляных работ при так называемом способе «выдергивания».

Для осуществления последнего варианта достаточно снять слой грунта над трубопроводом и незначительно выбрать его по бокам, полностью вскрыть участок протяженностью 40–50 м, разрезать трубу, завести под трубы троллейные подвески и поэтапно тремя-четырьмя трубоукладчиками осуществлять извлечение и укладку участка на берму траншеи. Как показал опыт, в песчаных грунтах достаточным было применение даже двух трубоукладчиков.

При этом в зависимости от способа извлечения участка трубопровода стои-

мость разработки траншеи в расчете на 1 км соответственно составит:

- по варианту №1 – 2 807 630 руб.;
- по варианту №2 – 1 430 602 руб.;
- по варианту №3 – 478 336 руб.

Таким образом, экономическое преимущество предлагаемого способа извлечения трубопровода неоспоримо.

После извлечения трубопровода из траншеи из него следует вырезать дефектные трубы, выявленные по данным ВТД. Остальные трубы (рис. 4) разрезаются на двухтрубные секции для перевозки их на ремонтный завод. Здесь очень важно отметить, что речь идет только об участках с наличием коррозионных и механических повреждений и никак не стресс-коррозионных дефектов, ибо пока о хорошем уровне

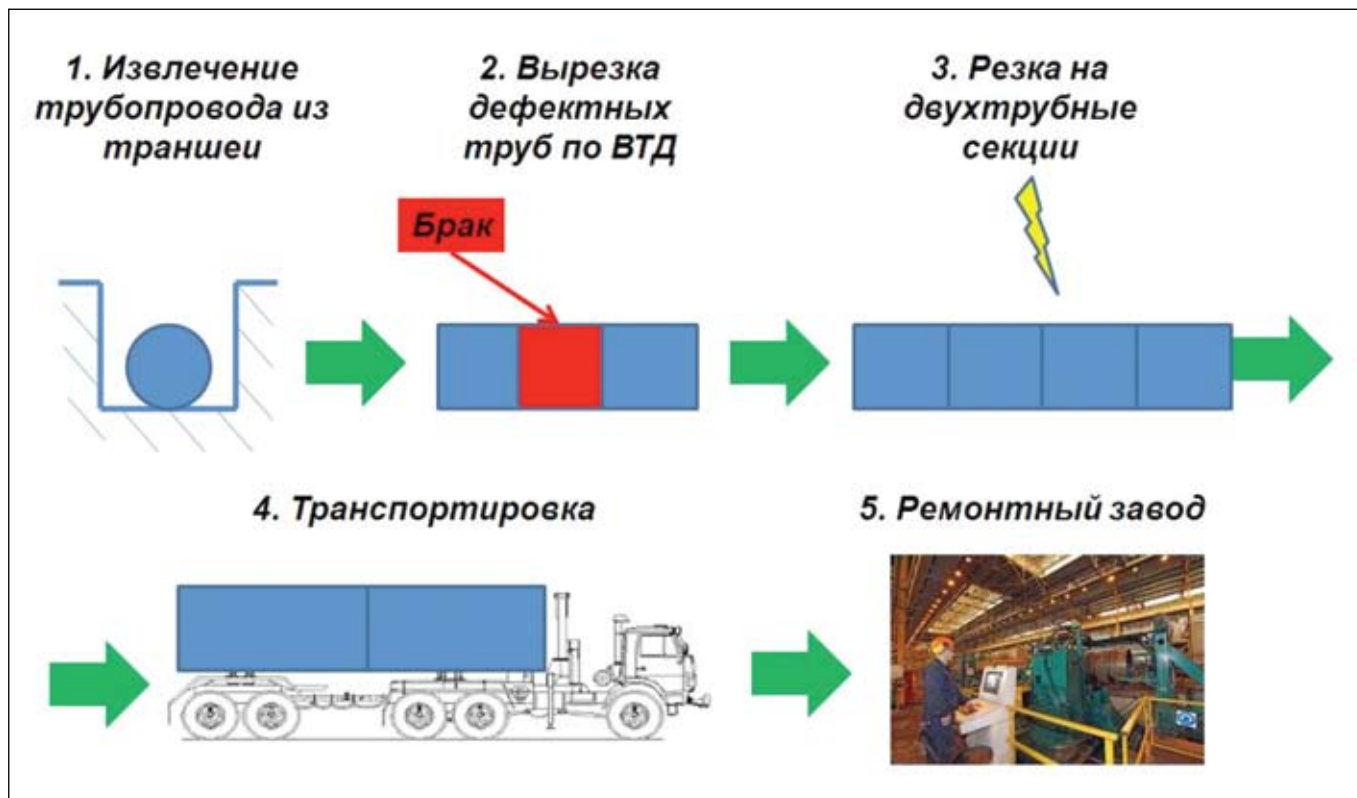


Рис. 4. Схема доставки труб на ремонтный завод

выявления дефектов КРН внутритрубно-ными снарядами, к сожалению, говорить не приходится.

При существующей технологии очистки труб от старой изоляции удаленные частицы покрытия попадают в траншею и в грунте создают 20–30-сантиметровый засоренный слой с технологическими отходами, превращая природный грунт

в техногенный. Речь идет о тысячах километров загрязненного грунта в год. Следствием указанных превращений может стать изменение направления водотоков и подземных ручьев. По Федеральному классификационному каталогу отходы битумной и пленочной изоляции относятся к 4-му классу и подлежат утилизации и захоронению.

Стоимость захоронения тонны отходов данного класса, сложившаяся в настоящее время в России, составляет от 2 до 4 тыс. руб. На одном километре вес отходов от изоляции варьируется в диапазоне 30–50 т в зависимости от типа покрытия и диаметра труб.

При поступлении труб на завод они предварительно подвергаются во-



Рис. 5. Продукты переработки изоляционных материалов трубопроводов

Таблица 1

Наименование показателя	Полиуретановое покрытие	Полиэтиленовое покрытие
Внешний вид покрытия	Толщина – не более 4 мм	Толщина – не менее 2,5 мм
Диэлектрическая сплошность покрытия	5 кВ/мм	20 кВ/мм
Прочность при ударе, не менее	при -30 °С – 5 Дж/мм при +20 °С – 6 Дж/мм	при -40 °С – 5 Дж/мм при +20 °С – 6 Дж/мм
Площадь отслаивания при поляризации, не более	10 см ²	10 см ²
Переходное сопротивление, не менее	108 Ом•м ²	1010 Ом•м ²

Таблица 2

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя
Эксплуатационные характеристики		
1	Прочность при ударе, Дж/мм, не менее	8
	• при температуре минус (20±3) °С	
	• при температуре (30 ± 3) °С	4
	• при температуре (40 ± 3) °С	3
2	Переходное сопротивление в 3% NaCl, Ом•м ² , не менее	
	• исходное	1010
	• через 100 сут. выдержки при температуре (60 ± 3) °С	109
3	Площадь отслаивания при поляризации после 30 сут. испытаний, см ² , не более	
	• при температуре (50 ± 3) °С	10
Технологические характеристики		
4	Качество очистки, не менее	Степень очистки – St 2½ по ИСО 8501-1:2007. Шероховатость поверхности – 40–60 мкм Запыленность – не выше степени 2 по ISO 8502-3:1992
5	Технологическая температура нагрева	60–80 °С

доструйной обработке в спреерной установке, где происходит очистка, а точнее – помывка изоляции от грунта и грязи.

Далее помытая изоляция удаляется с помощью стационарного резцового оборудования и собирается для переработки.

Дело в том, что все три основных типа применяемых защитных покрытий, а именно – липкие ленты холодного нанесения, битумно-мастичные и полиэтиленовые, являются хорошим сырьем для производства различных видов продукции (рис. 5). Так, из пленочной изоляции рекомендуем изготавливать трубопроводы для подземной прокладки электрических кабелей различного назначения, оберточные материалы, в том числе и для стальных трубопроводов, из битумных покрытий – дорожные материалы, из полиэтиленовых покрытий – широкий спектр изделий от полиэтиленовых труб, добытовой пленки и пакетов.

Стоимость тонны изделий из поливинилхлоридных материалов составляет

около 5 тыс. евро (!), наша недоработка и зарывание денег в землю очевидны. Ситуацию надо срочно исправлять!

После очистки труб от изоляции, как и в трассовых условиях, происходит процесс дефектоскопии труб и оценка степени их пригодности для повторного применения. Но если после трассовой диагностики трубы поступают на завод и подвергаются контролю повторно, то при новом подходе к организации работ процесс диагностики труб становится одноэтапным. В плане проведения диагностических работ в заводских условиях хотелось бы отметить, что они проводятся по старинке с привлечением большого числа диагностов и без современных специальных средств. Над этим вопросом мы уже работаем и практически уверены, что в ближайшее время будет разработана и создана принципиально новая система контроля параметров труб, где роль человеческого фактора будет сведена к минимуму.

В случае невыявления на одной из труб секции критических дефектов секция

разрезается на две части, и далее работы по дробеструйной обработке, а при необходимости и водоструйной очистке, торцовке и нанесению нового покрытия производятся на каждой трубе отдельно. Одним из серьезных является вопрос выбора типа нового покрытия, который должен решаться исходя из технико-экономических показателей и условий дальнейшей эксплуатации труб на конкретном объекте. Очевидно, что выбор типа материала может производиться исходя из тех покрытий, которые прошли аттестацию и получили разрешение на применение в системе ОАО «Газпром». Таких материалов несколько, но наиболее конкурентными по совокупности технико-экономических показателей являются трехслойная полиэтиленовая изоляция, полиуретановое покрытие и низкотемпературная рулонная лента с термоусадкой.

В таблице 1 представлены сравнительные технические характеристики покрытий из полиуретана и полиэтилена, из которых следует, что:

Таблица 3

Стоимость видов работ по капитальному ремонту с заменой трубы (20%) ЛЧ МГ Ду 1220 мм на 1 км газопровода по Центральному району. В ценах на 01.07.2011					
№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Переизоляция в заводских условиях	Переизоляция в трассовых условиях
1	Техническая рекультивация	1000 м ³	6,36	62 347,61	122 496,47
2	Земляные работы (с учетом использования подкопочной машины)	1000 м ³	19,4	478 336,00	2 807 630,00
3	Очистка и изоляция (комплекс)	1 км	1	9 385 948,00	2 848 568,44
4	Отбраковка труб в трассовых условиях	1км	1		1 100 000,00
5	Перенасадка изолировочного комплекса (1 перенасадка)	1 км	1		217 827,54
6	Контроль сварных соединений и основного металла труб	стык	88		798 799,15
7	Ремонт стыков	1 км	1		1 981 727,26
8	Ремонт дефектных участков	1 км	1		58 212,67
	ВСЕГО (руб.)	1 км	1	9 926 631,61	9 935 261,53

Итого: стоимость КР (20% замены трубы)

24 706 666,28 24 715 296,20

- по прочностным и защитным свойствам покрытия примерно равны;
- по степени очистки и подготовки поверхности – также практически одинаковы. На процессе очистки труб остановлюсь подробнее. Дело в том, что по ИСО 8501-1:2007, прописанных в технических требованиях на оба сравниваемых материала, одним из необходимых условий является удаление водо- и неводорастворимых солей с поверхности труб. Условие поставлено конкретное, но насколько оно критично и как на практике исполняется – это вопрос, поскольку если и те и другие соли могут быть удалены абразивной обработкой, то зачем использовать водоструйную очистку. Если же водорастворимые соли до требуемого уровня (а это 20 мг на кв. м) могут быть удалены только с использованием воды, тогда уж без гидроклинераникуда. Вопрос нужно исследовать, чтобы уточнить набор оборудования;
- по температурному режиму – для нанесения полиэтилена требуется нагрев труб до 200 °С с использованием индукторов мощностью 1300 квт, связанная с этим необходимость очистки внутренней поверхности труб и наличие системы водяного охлаждения;
- для полиуретана требуется дополнительная операция по переукладке труб для просушки. Следует заметить, что если при нанесении полиуретана в трассовых условиях происходит частичная потеря материала (15–20%), то на заво-

де потери будут исключены благодаря созданию электростатического поля. В таблице 2 приведены основные показатели по низкотемпературной термоусаживающейся ленте. По совокупности стоимости всех операций по очистке, подготовке поверхности, нанесению покрытий и собственно самих материалов экономика примерно равновалентна, и выбор должен производиться из конкретных условий и требований заказчика. Если от завода до трассы расстояние и дорога позволяют обеспечить нормальную доставку труб без создания опасных напряжений, то на заводе после изоляции рекомендуем произвести автоматическую сварку труб в секции и заизолировать стык, а если при этом будет обеспечена сварка полуавтоматами на трассе, то конструкция трубопровода получится равнопрочной и долговечной. Затраты по двум вариантам демонтажа, очистки и диагностики приведены в таблице 3, которые практически идентичны. Что же мы выиграем от производства диагностических, ремонтных и изоляционных работ в заводских условиях, а не в трассовых по большому счету? Для ответа на этот вопрос недостаточно или, точнее, неправильно просто посчитать все затраты по двум вариантам. По нашему мнению, надо оценить итоговое качество работ и длительность эксплуатации отремонтированного объекта. Так, при ремонте на трассе с использо-

ванием битумно-полимерной мастики эффективный срок службы изоляции составляет 15–20 лет, а реальный срок эксплуатации рассмотренных покрытий, нанесенных в заводских условиях, – 35–40 лет, т.е. за один межремонтный период при ремонте на заводе потребуются сделать два цикла, если ремонт будет проведен на трассе.

ВЫВОДЫ

1. В случае отсутствия на трассе стресс-коррозионных дефектов и близком расположении завода для ремонта труб (в пределах 400–500 км) целесообразность производства ремонтных работ в заводских условиях очевидна.
2. Организация производства ремонтных работ с демонтажем, очисткой и отбраковкой труб в заводских, а не в трассовых условиях позволит полностью очистить трассу от загрязнения отходами от изоляции и создаст возможность ее переработки в материалы и изделия широкого профиля.
3. Выбор типа покрытия для использования в заводских условиях должен определяться из конкретных условий дальнейшего применения труб и требований заказчика.
4. Широкое вовлечение труб повторно примененных в процесс капитального ремонта при заводском ремонте значительно снизит затраты на капитальный ремонт и при сохранении финансовых лимитов даст возможность повысить годовые объемы ремонтных работ.



Ощутите прогресс



ООО ЛИБХЕРР-РУСЛАНД

Россия, 121059, г. Москва, ул. 1-ая Бородинская, д. 5
 Москва тел.: (495) 710 83 65, факс: 710 83 86
 РСК*: тел.: (495) 710 74 10, факс: 710 74 04
 С-т-Петербург тел.: (812) 448 84 10, факс: 448 84 11
 Екатеринбург тел.: (343) 345 70 50, факс: 345 70 52
 Новосибирск тел.: (383) 230 10 40, факс: 230 10 41
 Кемерово: тел.: (3842) 34 59 00, факс: 34 64 65
 Красноярск тел.: (3912) 28 83 74, факс: 28 83 79
 Хабаровск тел.: (4212) 74 78 47, факс: 74 78 49

* - Ремонтно-складской комплекс
 office.lru@liebherr.com

www.liebherr.com

ЛИБХЕРР

Группа компаний