

Специальные смазочные материалы  
для открытых передач



**BECHEM**  
LUBRICATION  
TECHNOLOGY



## Специальные смазочные материалы для открытых передач

**ВЕСНЕМ –**

Трибологические решения для промышленности

Являясь первым немецким производителем смазочных материалов для промышленности, на сегодняшний день, ВЕСНЕМ является одним из ведущих производителей высококачественных специальных смазочных материалов и средств для обработки металлов.

Продукция фирмы ВЕСНЕМ убеждает инновационными решениями в самых различных промышленных областях применения – в металлообработке как со снятием, так и без снятия стружки, в технологии нанесения покрытий, а также в области использования консистентной смазки на весь срок службы во многих узлах трения.

Высокоразвитая сеть сбыта и наличие нескольких локальных и международных производственных площадок гарантируют повсеместное наличие нашей продукции во всем мире.

**Технологии будущего сегодня.**

# Система смазочных материалов ВЕСНЕМ для открытых передач

В связи с низкими скоростями вращения и очень высокими значениями передаточного вращающего момента, поскольку гидродинамическое смазывание на поверхностях зубьев практически невозможно, открытые передачи подвержены повышенному риску возникновения повреждений. Деформации, вызванные температурой и нагрузкой, ошибки при установке, недостаточное смазывание, а также и применение непригодных смазочных материалов часто приводят к повреждениям поверхностей зубьев, даже если они были изготовлены из высококачественного материала. Точная установка, тщательно проведенный процесс обкатки и высокоэффективные смазочные материалы могут предотвратить или ограничить появ-



ление повреждений. Значимость качества смазочного материала возрастает пропорционально размеру открытой передачи.

Основываясь на многолетнем опыте ВЕСНЕМ разработал серию продуктов, выполняющих требования всех видов открытых передач. В зависимости от размера и частоты вращения передачи, передаточного вращающего момента, режима работы и условий окружающей среды, а также методики применения ВЕСНЕМ предлагает большой выбор адгезионных смазок, высоковязкостных флюидов и редукторных масел.

Для многих передач эффективнее всего себя проявили адгезионные смазки с содержанием графита. Для данных передач ВЕСНЕМ разработал систему Berulit для открытых передач. Она основывается на очень стабильном комплексном мыле металлического ряда и содержит отборные твердые смазочные материалы, а также соединения специальных присадок. Содержание высококачественного мелкодисперсного графита уменьшает износ и позволяет осуществлять работу даже в условиях недостаточного смазывания. Для других передач

эффективно себя проявляют высоковязкие и ультра-высоковязкие флюиды. В качестве высококачественных специальных высоковязких флюидов, в линейке смазок для открытых передач, у ВЕСНЕМ представлена система смазочных материалов Berugear HV. Обе системы продуктов для открытых передач уменьшают износ и позволяют осуществлять работу в труднейших условиях применения. Продукты смазочных систем Berulit и Berugear для открытых передач не содержат хлора, битума и ядовитых тяжелых металлов или растворителей.

Продукты смазочных систем Berulit и Berugear защищают открытые передачи, таких видов оборудования как шаровые мельницы, вращающиеся трубчатые печи, сушилки и смесительные барабаны, применяющиеся в цементной, горной, металлургической, бумажной промышленности, при производстве удобрений, а также при обработке минерального сырья. Они гарантируют длительный срок службы передач при одновременно низком расходе. Смазочные материалы BERULIT для открытых передач также можно применять для приводов поворотных механизмов экскаваторов, таких как роторные и канатно-скребковые экскаваторы.

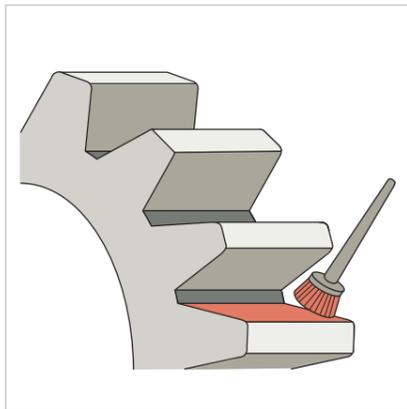
Крупногабаритные открытые передачи работают надежно в том случае, если несущая поверхность и ее качество подогнаны с помощью обкатки. Такая обкатка требует специальных продуктов, которые совместно с рабочими смазочными материалами ВЕСНЕМ образуют целостную систему. Смазочные материалы согласованы друг с другом таким образом, что после каждой стадии процесса не нужно производить очистку. Для специальной обработки поверхностей зубьев по запросу предоставляются продукты, изготовленные с учетом индивидуальных особенностей.

# Грунтовочные покрытия Berulit 443 или Berugear HV PR

Berulit 443 и Berugear HV PR предотвращают недостаточное смазывание, и как следствие этого, повреждение при запуске передачи, когда последующее сервисное смазывание еще не установлено.

Регулировка передачи должна быть закончена до того, как будет нанесен грунтовочный материал Berulit 443 или Berugear HV PR. Необходимо иметь в наличии результаты замеров осевого и радиального биения зубчатого колеса, а также боковых и радиальных зазоров.

Перед нанесением грунтовочного покрытия следует очистить и обезжирить всю поверхность профиля зубьев, например, с помощью холодного очистителя. Затем кистью или штапелем интенсивно нанести грунтовочное покрытие на поверхность зубьев. Для обеспечения наилучшей подготовки поверхностей, толщина смазочного слоя должна быть как минимум 1,5 мм. Интенсивное нанесение предотвращает образование воздушных пузырьков, которые позже могут иметь отрицательное влияние на структуру смазочной пленки. Для нижней, верхней частей и не несущей поверхности зубьев достаточно тонкой пленки в качестве защиты от коррозии.



Ручное нанесение Berulit 443 кистью

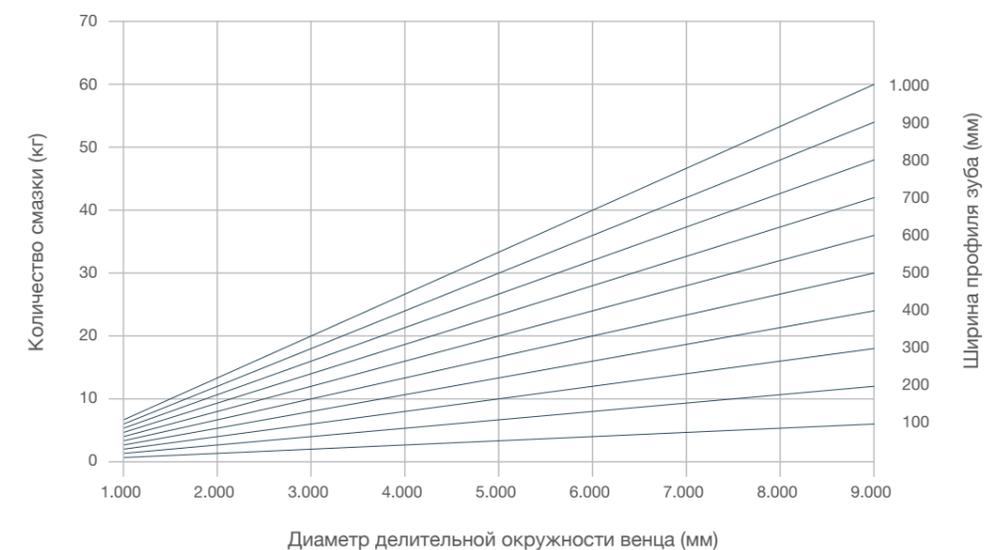


Достаточно сильный слой Berulit 443 на профиле зубьев

## Применение Berulit 443/Berugear HV PR

- Требуемое количество Berulit 443 или Berugear HV PR рассчитывается из диаграммы ниже. Для передач с двумя подвенцовыми шестернями количество умножается на коэффициент 1,15.
- Для защиты поверхностей от налипания пыли, необходимо установить кожух до нанесения Berulit 443 или Berugear HV PR.
- Berulit 443 или Berugear HV PR позволяют контролировать пятно контакта на поверхности зубьев во время установки шестерни и первых часов работы. При эксплуатации с помощью медленно бегущего вспомогательного привода, действительный вид пятна контакта распознается как отображение распределения грунтовочного смазочного материала на сопряженной поверхности.
- Berulit 443 или Berugear HV PR нельзя наносить посредством автоматических распылительных установок.

## Минимальное количество грунтового покрытия Berulit 443/Berugear HV PR



# Управляемый процесс приработки с Berulit EL 420 или Berugear HV RI



Обкаточные смазочные материалы применяются для увеличения эффективной доли воспринимаемой нагрузки рабочих поверхностей зубьев в течение короткого времени при помощи химико-физических процессов и тем самым обеспечивают надежную эксплуатацию при полной нагрузке.

Перед началом процесса обкатки необходимо удостовериться в исправности распылительной системы. В это входит проверка настройки форсунки и картины распыления. Рекомендуется установка оборудования для проверки картины распыления и во время эксплуатации. Во время процесса обкатки нужно установить распылительную систему в режим смазывания на длительный срок службы или режим максимального смазывания. Это служит не только для лучшего снабжения смазкой, но и обеспечивает также удаление продуктов притирки шероховатостей поверхности зубьев. Расход Berulit EL 420 или Berugear HV RI во время процесса обкатки составляет 6-12 г на см ширины зуба в час и срок эксплуатации зависит от характеристик передачи. Более точное определение расхода возможно при помощи диаграммы на следующей странице.

Длительность процесса обкатки зависит от типа передач, а также от таких факторов как конструкция установки, материал и качество изготовления. В среднем требуется от 300 до 500 часов эксплуатации.

Для передач, смазывающихся вручную, или методом погружения в ванну, процедура обкатки может быть проведена техническими специалистами ВЕСНЕМ.

Указанные значения являются ориентировочными. Они могут в значительной мере варьироваться в зависимости от условий. Дальнейшая последовательность действий должна всегда исходить из состояния рабочих поверхностей зубьев и достигнутого пятна контакта. Переход на следующую ступень загрузки рекомендуется производить при достижении пятна контакта поверхности в 60 % на первом этапе и 70 % на втором.

Обкаточный процесс может быть завершен при достаточной затирке шероховатостей поверхности, а доля пятна контакта не менее 80 % при полной нагрузке.

Во время процесса обкатки нужно постоянно проверять состояние поверхностей зубьев и несущей поверхности. При возникновении повреждений и негативного развития пятна контакта, следует связаться с производителем смазочного материала и поставщиком передачи.

Во время процесса обкатки нагрузку следует увеличивать поэтапно. Обкатка с полной нагрузкой может привести к максимальному напряжению и тем самым к немедленным повреждениям.

Для шаровых мельниц могут быть выделены следующие этапы обкаточного процесса

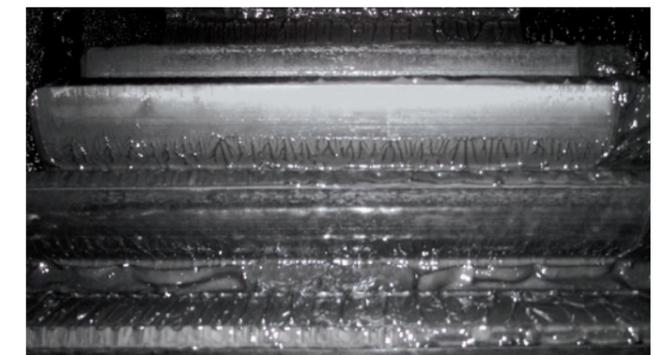
от 80 до 110 часов с 60 – 70 % наполнением измельчителей

от 100 до 150 часов с ок. 80 % наполнением измельчителей

от 150 до 200 часов с 90 – 100 % наполнением измельчителей



Профиль зубьев подвенцовой шестерни вращающейся печи до процесса обкатки



Профиль зубьев подвенцовой шестерни вращающейся печи после 7 дней процесса обкатки продуктом Berulit EL 420

# Эксплуатационное смазывание продуктами ряда Berulit GA



При переходе с обкаточного смазывания на эксплуатационное не требуется промывки поверхностей передачи. В начале применения эксплуатационных смазочных материалов необходимо нанести в течении первых 50-ти часов увеличенное количество смазочного материала. После этого количество уменьшить поэтапно до нормального расходуемого количества. Хорошо зарекомендовало себя уменьшение количества смазочного материала каждые 50-150 эксплуатационных часов на ок. 1-2 г на см ширины зуба в час. После каждого этапа уменьшения необходимо контролировать состояние профиля зубьев и распределения температуры по ширине рабочих поверхностей зубьев. В случае негативного развития следует вновь увеличить расходуемое количество.

Минимизировать расход смазки можно благодаря увеличению пауз между смазываниями или сокращению количества смазочного материала за одно распыление. Указания по настройке распылительной системы, содержатся в соответствующем руководстве по эксплуатации.

Интервал и длительность распыления, а также количество распыляемого продукта должны быть минималь-

ными насколько это возможно. Этим предотвращается сбрасывание избыточного смазочного материала и его недостаточность в случае превышения срока службы смазочной пленки.

Пока эксплуатационный смазочный материал еще не нанесен на профиль зубчатого колеса, интервал и время распыления должны быть установлены на секундный режим. Перерывы более пяти минут недопустимы.

При продолжительности простоя более 3 месяцев, необходимо возобновить работу передачи с режимом смазывания на длительный срок службы.

Необходимое количество эксплуатационного смазочного материала зависит как от конструктивных деталей, так и от текущего рабочего состояния трансмиссии. Особенно нужно принимать во внимание состояние поверхностей зубьев, несущей поверхности и распределения температуры. Диаграмма на следующей странице поможет определить минимальное количество в зависимости от типа привода. Значения ниже допустимого минимума повышают риск возникновения износа и повреждений,

что может привести к сокращению срока службы передачи. При неблагоприятных условиях эксплуатации данные значения должны быть увеличены.

При нормальных условиях эксплуатации и хорошем состоянии профиля зубьев с точки зрения трибологии достаточно применение Berulit GA 400 в качестве эксплуатационного смазочного материала. При высоких рабочих температурах, экстремальных нагрузках.

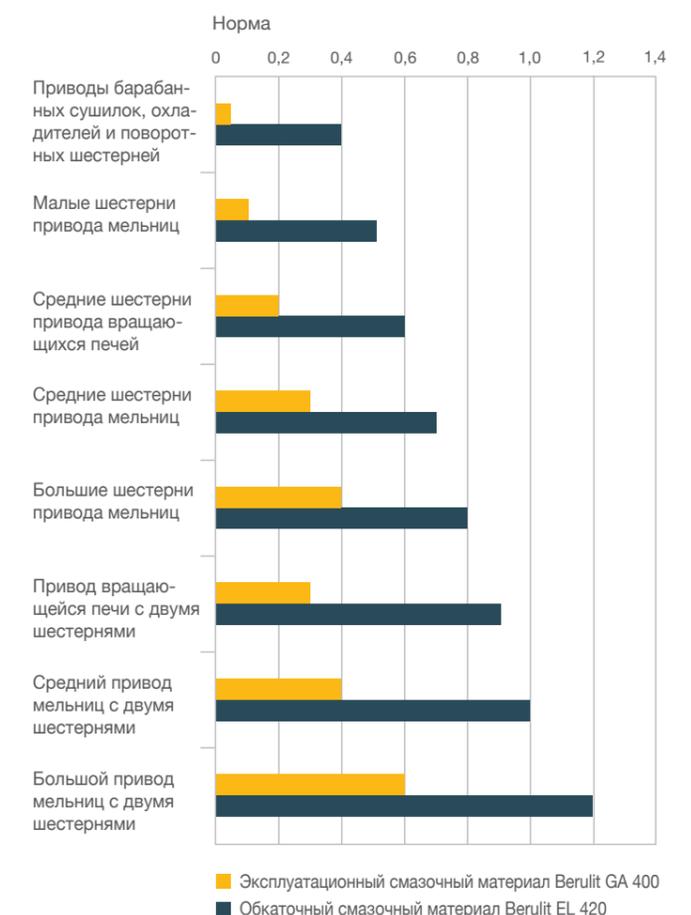
и/или повреждении профиля зубьев рекомендуется применение эксплуатационного смазочного материала Berulit GA 800 или Berulit GA 2500. Эти продукты отличаются более высокой вязкостью базового масла и, следовательно, более устойчивой смазочной пленкой. В открытых передачах, где имеются повышенные требования к состоянию смазочной пленки из-за длительных

интервалов нанесения, нужно также применять Berulit GA 800 или Berulit GA 2500.

В зависимости от условий эксплуатации и показателей распыления, при применении Berulit GA 2500 возможно сократить количество расходуемого смазочного материала до 20 %.

Эксплуатация привода с таким низким количеством смазочного материала требует постоянного контроля и регулярной промывки распылительной системы.

## Норма количества нанесения смазки (г/мм ширины зуба/час)



# Verugear HV – Светлые высоковязкие эксплуатационные смазочные материалы

Verugear HV это новое поколение светлых ультра-высоковязких эксплуатационных смазочных материалов. Флюиды серии Verugear HV предназначены для применения в больших открытых передачах с высокими требованиями к рабочей вязкости, термической стабильности и сложным условиям слива масла, а также для всех передач, в которых нежелателен черный цвет обычных адгезионных смазочных материалов. Они выпускаются в различных классах вязкости.

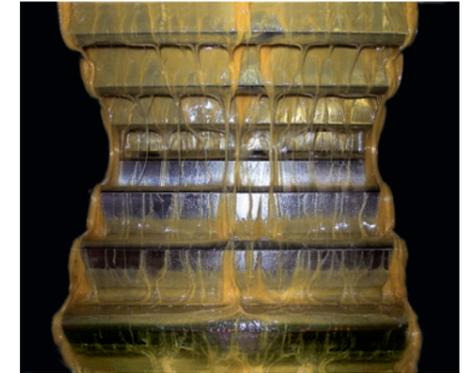
Флюиды Verugear HV были специально разработаны, чтобы соответствовать требованиям AGMA 9005 D 94 и удовлетворить запросы некоторых производителей оборудования к высоковязким смазочным материалам для открытых передач. В отличие от других

продуктов они не содержат растворителей. Они образуют толстую, экстремально-адгезивную светлую смазывающую пленку на поверхности зубьев.

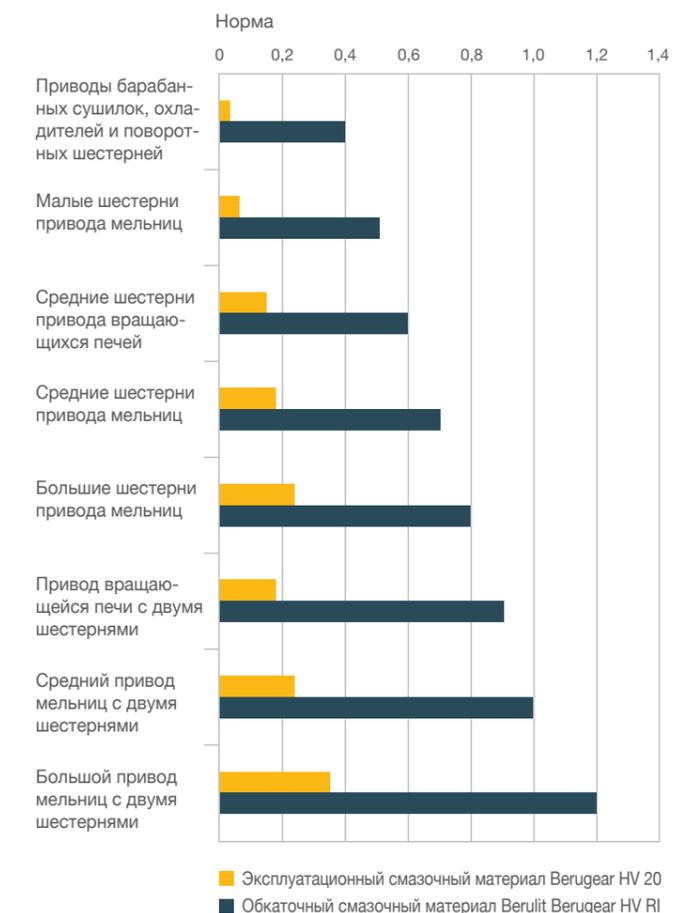
Флюиды Verugear HV применим практически для всех видов открытых передач мельниц и вращающихся печей. Особо рекомендован к применению на больших открытых передачах с малым модулем, которые подвержены очень высокой нагрузке рабочих поверхностей или работают с низкой скоростью вращения, с проблематичным отводом отработавшей смазки или в передачах с длительным интервалом замены смазки. Применение на передачах с недостаточной защитой от пыли нежелательно.

Флюиды Verugear HV, в зависимости от вязкости, можно наносить с помощью распылительной системы, циркуляционного смазывания, методом погружения шестерни и вспомогательной шестерни.

Используя систему распыления, продукты серии Verugear HV дают возможность значительно сократить расход смазочных материалов. Снижение затрат на утилизацию способствует экономической эффективности продуктов.



## Норма количества нанесения смазки (г/мм ширины зуба/час)



# Berulit GA Fluid – адгезионный смазочный материал для погружной ванны

Для открытых передач с погружной ванной или циркуляционных систем предлагаются специально адаптированные для них продукты ряда Berulit GA Fluid. Улучшенные свойства текучести этих продуктов предотвращают недостаточное смазывание из-за образования выемок в погружной ванне – так называемый канальный эффект. Специальные присадки улучшают адгезионные свойства флюида на профиле зубьев.

Основное условие для успешного применения смазок Berulit GA Fluid в погружной ванне является соответствующий уход за ванной. Погружная ванна должна быть защищена от твердых и жидких загрязнений. Уровень смазочного материала в ванне следует проверять и при необходимости регулярно пополнять для предотвращения недостаточного смазывания. Профиль зубьев должен быть погружен в смазку приблизительно на 30 % высоты во время эксплуатации и приблизительно на 50 % высоты во время остановки. Если система оснащена вспомогательным колесом для подачи смазочного материала, то лопасти его должны быть полностью погружены.



Открытая передача с вспомогательной шестерней нанесения смазки Berulit GA 2500 Fluid

# Системы распыления

Состояние и эксплуатация установленной распылительной системы должны проверяться перед применением смазочных материалов Berulit или Berugear. Эта проверка должна включать в себя функциональный тест, настройку форсунок, исследование следов распыления, а также измерение нанесенного количества смазочного материала. Особое внимание надо обратить на то, чтобы след распыления каждой форсунки не накладывался на соседний. Промежутки между каждым следом распыления очень быстро приводят к возникновению повреждений на рабочих поверхностях зубьев.

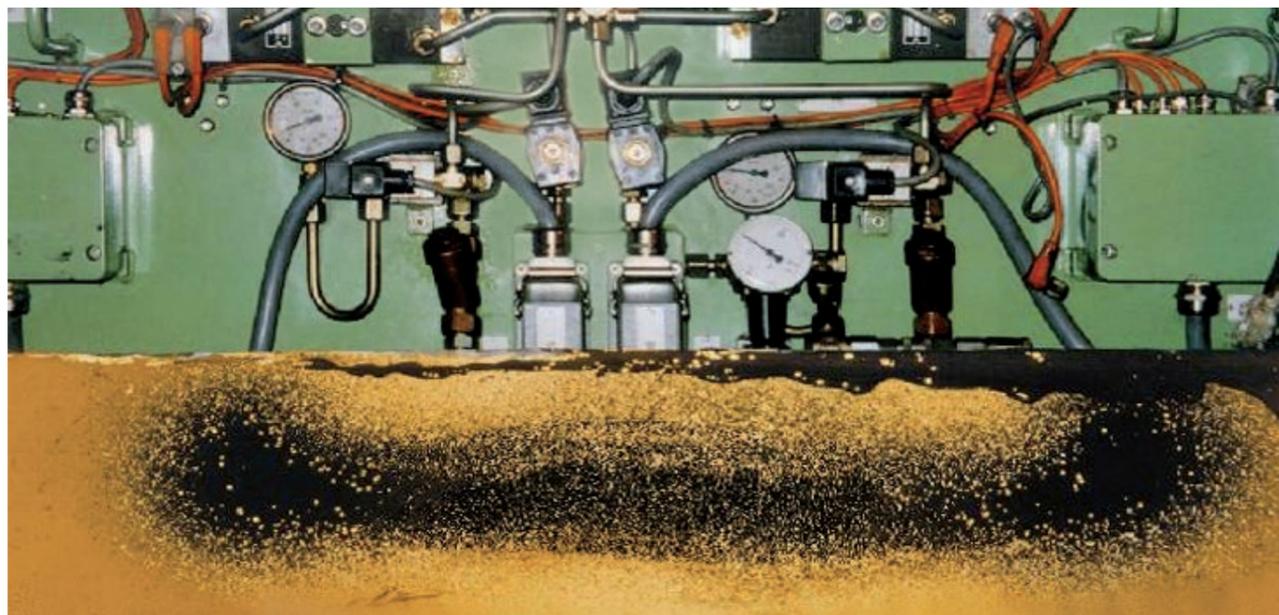
Распылительные форсунки должны быть установлены таким образом, чтобы распыление проходило под углом в  $30^\circ$  к профилю шестерни. Расстояние между выпускным отверстием форсунки и поверхностью профиля зубьев должно составлять около 200 мм.

Чистая распылительная система является основным условием предотвращения проблем распыления из-за попавших твердых инородных веществ. Должна соблюдаться тщательность при смене бочки со смазочным материалом или при доливке в емкость

смазочного материала. Подающий насос вместе с дополнительным фильтром смазочного материала значительно уменьшают опасность попадания загрязненного смазочного материала в распылительную систему.

Фильтр смазочного материала распылительной системы необходимо регулярно чистить. Особенно у смазочных материалов с очень высокой вязкостью некоторые компоненты склонны к оседанию на фильтре. С применением таких смазочных материалов следует чистить фильтр не реже, чем один раз в 3 недели.

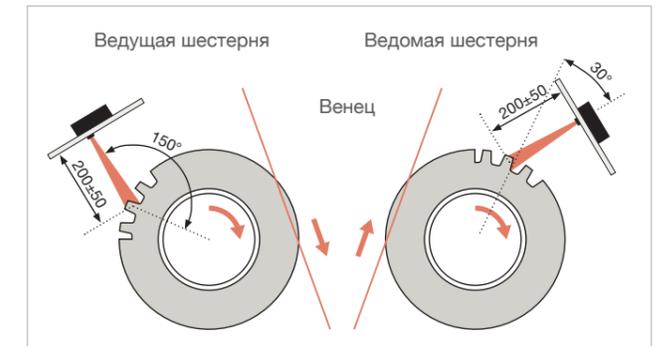
Смазочные материалы для открытых передач серий Berulit и Berugear хорошо распыляемы при помощи всех общепринятых распылительных систем при условии соблюдения температур применения.



Следы распыления смазочного материала Berulit на контрольной панели системы Woerner.



Бочки со смазочным материалом Berulit GA 2500, соединенные с распылительной системой



Следы распылительной системы с форсунками плоского сечения



Следы распылительной системы с форсунками круглого сечения

# Глобальный технический сервис ВЕСНЕМ



Надежное и экономичное смазывание открытых передач требует не только высокоэффективных смазочных материалов, но и знания их точного применения и способность сбалансированного прекращения неблагоприятного развития посредством соответствующих мер. Сочетание передовых продуктов и квалификационной технической службы делает ВЕСНЕМ ведущим поставщиком смазочных материалов для открытых передач во всем мире.

Команда квалифицированных специалистов фирмы ВЕСНЕМ во всем мире предлагает регулярные технические инспекции, а также специальное техническое обслуживание.

Поскольку не только качество продукта, но и качество сопровождающего сервисного обслуживания стали решающими для срока службы оборудования, изготовители оборудования стали высоко ценить эту составляющую. Превосходное сервисное обслуживание, оказываемый фирмой, позволяет производителям оборудования без сомнения рекомендовать смазочные материалы ВЕСНЕМ для открытых передач.

Мероприятия по сервисному обслуживанию планируются и подготавливаются в наших сервисных центрах. Координацией этой деятельности занимается наша головная организация в Хагене. Здесь также проводится регулярное обучение сотрудников.



Инспекция шаровой мельницы на цементном заводе



Шлифование участков питтинга на профиле зубьев шаровой мельницы



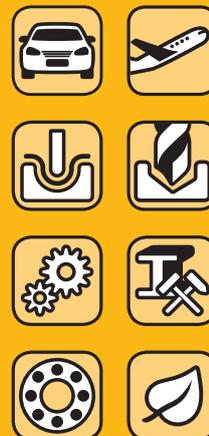
Замер вибраций шаровой мельницы

## Пакет услуг ВЕСНЕМ для открытых передач

- менеджмент смазочных материалов с выбором наиболее пригодных (технически и экономически) продуктов и оптимизация расходуемого количества и интервалов между повторными смазываниями
- Регулярная инспекция передач и систем нанесения по согласованному графику, включая замер температуры профиля, измерение вибрации подшипников шестерен, оценка состояния рабочей поверхности передачи и оценка возможных повреждений, а также комплексная проверка системы нанесения смазочных материалов
- Подробный письменный отчет об инспекции с приложением соответствующей документации
- Эксплуатационный надзор или помощь при процессе обкатки
- Программа оптимизации расхода смазочного материала
- При необходимости поддержка при установке элементов передачи
- Ремонтные работы, такие как: шлифование участков питтинга и механическая обработка профилей
- Поддержка в оптимизации систем нанесения смазочных материалов
- Рекомендации по улучшению защиты передач от загрязнений или утечки смазочных материалов
- Анализ проб смазочных материалов
- Составление плана инспекций
- Чтение отдельных лекций или полная программа обучения для сотрудников предприятия

За исключением ремонтных работ все это предоставляется бесплатно потребителям, которые используют смазочные материалы для открытых передач ВЕСНЕМ на долгосрочной основе.

# Трибологические решения для промышленности.



**CARL BECHEM GMBH**

Weststr. 120 · 58089 Hagen · Германия · Телефон +49 2331 935-0 · Факс +49 2331 935-1199 · [bechem@bechem.de](mailto:bechem@bechem.de) · [www.bechem.com](http://www.bechem.com)