

УДК 669-4

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СМАЗОК НА КАЧЕСТВО ДЕФОРМИРУЕМЫХ СВАРНЫХ ТРУБ НА МТЗ «ФИЛИТ»*

Алексей Викторович Любимов ⁽¹⁾, Игорь Владимирович Владимиров ⁽²⁾

Магистрант 1-го года⁽¹⁾, студент 5 курса⁽²⁾

Кафедра «Машины и технологии обработки металлов давлением»

Московский Государственный Машиностроительный Университет (МАМИ)

Научный руководитель: Р.Л. Шаталов

доктор технических наук, профессор кафедры «Машины и технологии обработки металлов давлением»

Аннотация: Смазки, технологические средства, такие как масла и СОЖ, в процессе пластической деформации, трения, изнашивания и разрушения, протекающие в зоне контакта инструмента и заготовки, влияют на уменьшение нагрева, износа инструмента и оборудования, снижают брак. Исследовано влияние различных смазок (отечественных и зарубежных) на качество поверхности стальных - сварных труб при их производстве на ПАО МТЗ "Филит". Результаты исследования позволили выбрать рациональную смазку при производстве сварных труб на московском трубном заводе.

Технологические средства, такие как масла, смазки, смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) используются в разных отраслях промышленности (металлургической, машино - и автостроительной и др.) при обработке металлов резанием и давлением. Важнейшими составляющими сложного механизма являются процессы пластической деформации, трения, изнашивания и разрушения, протекающие в зоне контакта инструмента и заготовки с образованием микротрещин. Назначение, особенно СОЖ, – уменьшить нагрев, силовые параметры обработки и износ инструмента и оборудования, снизить брак, улучшить качество труб.

На трубоэлектросварочных агрегатах (ТЭСА) СОЖ используется на операциях формовки, сварки, калибровки, редуцирования и резки труб из углеродистых и из коррозионно-стойких марок сталей. При деформировании ленты и труб на таких операциях как формовка, калибровка, прокатка, волочение, правка и др., сопровождающемся большими коэффициентами трения и прилагаемыми усилиями, значение СОЖ увеличивается, т.к. она должна обеспечивать стабильность процесса и качество продукции.

В настоящее время применение усовершенствованных СОЖ стало актуальнейшей проблемой как с точки зрения технологии, так и с позиции финансовых затрат, экологических аспектов. В связи с этим идет поиск СОЖ наиболее прогрессивных, экономичных, повышающих качество обработки и антикоррозионной защиты стали взамен традиционных.

СОЖ должны соответствовать узлу трения по составу и свойствам. Так, от конструкции узла зависит, какой выбрать материал: жидкий, полужидкий, твердый или пластичный. Неправильно выбранный смазочный материал затруднит эксплуатацию техники, сократит ее ресурс и снизит надежность, увеличит брак продукции.

СОЖ оказывает влияние на процессы через свои функциональные свойства: смазочные, режущие, охлаждающие, антикоррозионные, моющие и др. В процессе работы исследовались часть свойств применяемых СОЖ, а именно, смазочные, охлаждающие, антикоррозионные, и их физико-химические параметры.

При выборе СОЖ используют 4 принципа достижения максимального общего потенциала действия СОЖ:

- тщательный выбор продукта на основе анализа и исследований его состава и свойств,
- его опытно-промышленные и промышленные испытания,
- входной контроль продукта и производственный контроль его действия при использовании;
- соблюдение чистоты оборудования и правил его эксплуатации.

Следовательно, для правильного выбора более эффективных СОЖ в трубном производстве необходимо провести тщательные лабораторные, затем опытно – промышленные исследования новых технологических средств. Неправильный выбор СОЖ может существенно отразиться на качестве продукции технико-экономических показателях производства труб. Различные режимы деформации при формовке, калибровке, редуцировании, резке труб и других операциях на трубоэлектросварочном агрегате, требования к качеству поверхности труб и инструмента и ряд других условий производства требуют применения широкого спектра эмульсий, даже на 1 стане, т.к. современное оборудование включает емкость с СОЖ для каждого отдельного узла. Поэтому разработки и поиск универсальной эмульсии продолжаются.

В связи с требованиями по поставке труб с повышенным качеством поверхности (по коррозии, по наименьшему содержанию рисок или масла) и с учетом специфики работ станков совместно с ИЦ ПАО МТЗ проведена работа по лабораторным, опытно-промышленным исследованиям и внедрению современных и модернизированных эмульсолов разных марок с учетом современных санитарно-экологических требований.

Проблемы при опытной и промышленной эксплуатации отечественных СОЖ поставили задачу поиска и исследования более эффективных составов импортного производства. При этом ряд СОЖ, например, импортная CimtubeH15 и отечественная синтетическая Вега показали абсолютно неприемлемые результаты по коррозии.

По исследованиям Европейского Союза производителей смазок фактором обеспечения оптимальной работы СОЖ по сроку службы и свойствам является система эффективного контроля ее состояния, реализация которой приводит к сокращению работ по техническому обслуживанию и более высокой эксплуатационной готовности станков, что, в свою очередь, снижает эксплуатационные расходы. В зависимости от требований потребителей и условий работы СОЖ контроль ее состояния может осуществляться в различных пределах объема показателей и их точности.

При разработке и перед допуском к опытно-промышленному опробованию новой СОЖ проверялись в первую очередь:

- трибологические параметры, а именно, коэффициент трения на 4-х шариковой машине, от которого зависит качество поверхности обрабатываемых изделий и инструмента, стойкость инструмента и производительность процесса и качество поверхности деформируемого металла на 4-х шариковой машине по глубине и количеству образующихся на ней рисок (царапин);

- пенообразующая способность – это время жизни пены, образующейся сверху заданного объема пробы после ее перемешивания или барботажа сжатым воздухом;

- стабильность на возможность использования концентрата:

- с водой заданной жесткости;

- при попадании в эмульсию минеральных масел и смазок при эксплуатации оборудования, их называют масла утечки. Масла утечки способствует расслоению эмульсии, приводят к ухудшению стабильности и антикоррозионных ее свойств. Так, более 1% инородных масел в СОЖ является сильнейшим отрицательным фактором для нее, причем ИТД снижает все ее свойства более резко, чем ИПП.

В таблице 1 приведены результаты исследований и испытаний эффективности различных смазок на трубоэлектросварочных агрегатах МТЗ.

Таблица 1 Сравнительные результаты исследований и испытаний

Фирма-производитель СОЖ	Chemische Werke Kluthe GmbH		Хенкель 5-6%		Statoil		Карбон	
Страна производителя	Германия		Германия		Швеция		Россия	
Марка СОЖ/рабочая концентрация	5-6% NAKUFORM 50-65-2		5-6% Мултан 70 40		5-6% ToolWay ST		8-10% Карбон-2	
ТЭСА и цех промышленного опробования	ТЭСА ТЭНы ц2		ТЭСА ЭТЦ 1,2		ТЭСА ЭТЦ 1,2		ЭТЦ 1 ТЭСА 3	
	Величина	Балл	Величина	Балл	Величина	Балл	Величина	Балл
Оценка по качеству лабораторных испытаний								
Показатель 5% СОЖ	Величина	Балл	Величина	Балл	Величина	Балл	Величина	Балл
pH	10	7	9,27	2	9,4	1	9,87	6
% ннородных масел /пены/осадок после добавления 10% ИГП-18/ИТД-30/Литол 24	0/0/+1	3	0/0/0	1	0/0/0	1	+4/0/0	4
Сушка пластины ст10 по времени стекания с вискозиметра, сек	13	3	10	1	11	2	17, но оч. вязкая	4
Антикоррозионная защита металла на чугунную стружку, рассыпанную на фильтре, час*	578/0 650/2	3	650/0	2	692/0	1	196/1	4
Антикоррозионная защита металла до появления первых ППК на пластине из стали, сутки	10/1	3	11/1	2	12/0,5	1	8/1	4
Остатки эмульсии, г/кг труб	1,2	3	0,95	2	0,82	1	2,3	4
Итого ср. лабораторная оценка		3		1,6		1		4

	Оценка по качеству промышленных испытаний								
Антикоррозионная защита металла до ППК на трубах, сутки***	40	3	50	2	90	1	30	4	
Глубина риска, мм	0,082	3	0,067	2	0,057	1	0,18	4	
Шероховатость поверхности, мкм	1,44	3	1,31	2	1,23	1	1,55	4	
Стабильность (Количество сливов на станах за год)	1 слив в 2 месяца	3	1 слив в 3 месяца	2	1 слив в 6 месяцев	1	1 слив в 1 месяц	4	
Итого ср. оценка пром. исп.		3		2		1		4	
Средняя оценка лабораторных и промышл. испытаний		3		1,8		1		4	

Примечание:

1. Ориентировочная оценка основных свойств по результатам лабораторных исследований СОЖ по качеству предложена авторами и означает: 1 – самая хорошая величина, 2 - средняя, 3 - самая неудовлетворительная и т.д. по количеству проб.

2. *- Антикоррозионная защита металла по коррозионному воздействию 5%-й СОЖ через указанное количество суток на чугунную стружку, рассыпанную на бумажном фильтре, час; **- Антикоррозионная защита металла до появления первых признаков коррозии (ППК) на пластине из стали 10 после окунания ее в 5%-й состав при лабораторных условиях и последующего хранения в цехе, сутки; *** - Антикоррозионная защита металла до появления первых признаков коррозии (ППК) на трубах после сварки и последующего хранения в цехе, сутки 3. Чистота поверхности труб оценивалась а) по глубине риска на трубах после сварки со скоростью 1м/с=60м/мин.; б) по количеству риска – штук на 100 мм² поверхности трубы. В) по загрязнению труб маслами и остатками эмульсии определялось на образцах весовым методом.

Опытно-промышленное исследование СОЖ

Эксплуатационные свойства новых СОЖ оценивали непосредственно в процессе обработки заготовки после проведения предварительных лабораторных исследований. Такие прямые испытания проводили по критериям, зависящим от выполняемой операции, причем различают экспресс-испытания, опытно-промышленные и промышленные испытания в цеховых условиях.

Опытно - промышленное исследование разных марок СОЖ после лабораторного отбора по исследованным параметрам проводилось на промышленном оборудовании по таким оценочным параметрам снижения сил трения в очаге деформации, как меньший нагрев, меньшее количество заусенцев и риск и другим визуальным и тактильным признакам или по резкому снижению работоспособности инструмента, по скорости и объему появления признаков корродирования труб.

1-й этап выбора СОЖ проходил на фрезерном станке с экономной подачей СОЖ в очаг деформации при вырезке образцов из труб.

2-й этап отбора проводился на ТЭСА для производства коррозионно-стойких труб ТЭН (теплоэлектронагреватели) с использованием Системы подачи минимального количества смазки SawfixSF, которая включает систему с поршневым насосом для впрыска минимального количества жидкости из ёмкости SawfixSF в поршневой насос. Поршень подаёт точное количество смазки во внутреннюю трубку, а подающийся отдельно сжатый воздух распыляет жидкость через форсунку на очень маленькие частицы и подает их направленно в очаг деформации, например на ручей ролика или профиль зуба пилы.

Отобранные марки допускались для опробования на высокопроизводительное оборудование по производству углеродистых труб, которое требует большой рабочий объем СОЖ -5-8 м3. Промышленные испытания на действующем исправном оборудовании наиболее достоверны, но длительны, имеют большую стоимость, их результаты зависят от большого количества трудно учитываемых факторов, например, качества и наладки инструмента, от степени загрязнения СОТС и заготовки, и др. Могут вывести из строя оборудования или привести к выпуску некачественной продукции. Испытания проводят как на обычных режимах, так и на повышенных, но без нарушения нормальной работы оборудования и правил охраны труда с привлечением квалифицированного персонала. При резком увеличении трения из-за СОЖ останавливали сварку труб и проверяли возможность попадания в нее воды из систем охлаждения ТВЧ или масла из гидравлических систем стана, затем снимали показания.

Так, в реальных условиях процесса производства ПАО МТЗ для подбора смазки на стане при скорости редуцирования 1 м/с. Проверялись трибологические свойства СОЖ 2 методами:

-по росту силы тока датчика месдозы, отгарированному по величине электрического сопротивления на контактной поверхности и по амперметру электродвигателя, при редуцировании труб диаметром 57мм с использованием 5%ой эмульсии марки ГуулУэйСТ;

-по качеству деформированной поверхности труб автомобильного сортамента, а именно по количеству рисок, фиксировавшихся визуально внутри готовых труб. Глубина рисок определялась в металлографической лаборатории с использованием микроскопа «Неофот» на образцах труб, которые отрезались от промышленной трубы и шлифовались.

Выявлено, что с увеличением концентрации СОЖ от 4 до 6 % глубина рисок hr падает, при повышении вновь начинает расти, оптимальной концентрацией является 3-4 %.

Проведение достоверных испытаний СОЖ является важным этапом разработки или выбора нового эффективного состава, что позволяет значительно ускорить внедрение новых разработок, сократить материальные и трудовые затраты.

В зависимости от размера станка и оборудования, от задач контроль СОЖ может осуществляться в различных пределах: от обычного контроля до статистического или компьютерного. Показатели СОЖ и масел включаются в их нормативно-техническую документацию, в которой указываются методы их определения или НД (DIN ГОСТ), по которой они определяются. Для определения некоторых параметров при входном контроле и технологическом контроле разрабатываются методические инструкции (МИ) или дополнительные разделы в соответствующих разделах ТУ.

В таблице 2 приведены результаты промышленных исследований влияния различных СОЖ на качество поверхности труб.

Таблица 1. Результаты промышленных испытаний при сварке со скоростью 1 м/с труб размером 25x1,5

Марка СОЖ	HAKUFO RM 50-65-2				Мултан70 40				ToolWayS T				Карбон-2			
Рабочая концентрация ,%																
Глубина рисок, мм	,10 4	,09 3	,08	,08 5	,07 2	,06 6	,06	,05 5	,07 2	,06 6	,06	,05 5	,26	,22	,18	,19
Шеро- хотоватость поверхности, мкм	,68	,53	,46	,42	,48	,39	,32	,30	,44	,31	,24	,22	,78	,63	,58	,52

Примечание: Допуск на глубину рисок после сварки -10% от толщины стенки или 0,15 мм , для повышенных требований по чистоте поверхности -5% от толщины стенки или 0,075 мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Проведенные в лабораторных и промышленных условиях исследования смазочно – охлаждающих жидкостей показали, что по чистоте поверхности (глубине рисок и шероховатости, загрязнению маслами и остатками СОЖ), по антикоррозионным свойствам (защита поверхности углеродистой стали от атмосферной коррозии) и по основным эксплуатационным свойствам: стабильность, устойчивость к попаданию инородных минеральных масел, таких как гидравлические масла марок ИПП-18, ИТД-100 и смазок для подшипников и валов, таких как Литол-24, а также по таким качественным показателям, как склонность к высыханию и рН, СОЖ марка ToolWayST показала лучшие показатели, наиболее полно соответствующие требованиям металлургической и машиностроительной отраслей.