

О.С.Касьян, А.И.Брескина, С.Д.Адамский

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАПСОВОГО МАСЛА В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СМАЗОЧНО–ОХЛАЖДАЮЩИХ СРЕДСТВ ДЛЯ
ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ЛИСТОВОЙ СТАЛИ**

Целью работы является исследование технологических свойств смазок, полученных на основе возобновляемого в условиях Украины растительного сырья, использование которых может значительно уменьшить импорт сырья для производства технологических смазок и СОЖ. Исследовано влияние способов обработки рапсового масла на термостойкость и смазочную эффективность технологических смазочно-охлаждающих средств (ТСС) на их основе. Определен оптимальный жирнокислотный состав сырого рапсового масла для получения эффективной основы ТСС.

технологические смазки, смазочно-охлаждающие жидкости, возобновляемое сырье, растительные масла, рапсовое масло, эффективность

Современное состояние вопроса. В настоящее время в металлургической промышленности в основном используются технологические смазки и смазочно–охлаждающие жидкости, изготовленные на основе компонентов, поставляемых из России и других бывших республик СССР (минеральные масла, триэтаноламин, оксипропилированные продукты, синтетические жирные кислоты), поэтому очень остро стоит вопрос о замене этих продуктов отечественным сырьем. Во всех промышленно развитых странах широко используются компоненты технологических смазок и СОЖ на основе продуктов переработки растительных масел. Растительные масла, в частности рапсовое масло, являются возобновляемым сырьем и в условиях Украины могут значительно уменьшить импорт сырья для производства технологических смазок и СОЖ. Новые составы технологических смазок и СОЖ при организации их производства будут конкурентоспособны на внешнем рынке и могут быть экспортированы в Россию и страны ближнего зарубежья.

Был проведен анализ применяемых в настоящее время технологических смазок и СОЖ для производства листа. На основании этого анализа и литературных данных [1,2,3] разработаны следующие технические требования к базовым основам:

Состав:

жирные кислоты, %, не менее	90;
в том числе	
насыщенные	60;
ненасыщенные	30;
продукты полимеризации, %	не более 10;
массовая доля влаги, %	не более 5;
кислотное число, мг КОН/г	не менее 120;
число омыления, мг КОН/г	140 – 190;
йодное число, г J ₂ /100 г	не более 50.

Проанализированы сырьевые ресурсы Украины с целью определения перспективных продуктов для создания экологически чистых технологических смазок и СОЖ. В результате мы остановили свой выбор на рапсовом масле. Рапсовое масло получают в Украине в процессе переработки растительного сырья (рапса), что обеспечивает его экологическую чистоту. Важным преимуществом этого масла является то, что его не используют в качестве пищевого продукта, т.к. оно содержит большой процент эруковой кислоты, длина метиленовой цепи которой (C_{22}) превышает допустимую (C_{20}) для пищевых продуктов.

Хроматографический анализ показал, что в состав высокомолекулярных жирных кислот рапсового масла входят в основном ненасыщенные жирные кислоты (эруковая, олеиновая, линолевая, линоленовая) при колебаниях эруковой кислоты 56–65%, олеиновой – до 20%. При этом содержание насыщенных жирных кислот (миристиновой, стеариновой, арахидиновой) находятся в пределах 4–6%. Колебания состава высокомолекулярных жирных кислот в этих пределах зависят от способа переработки семян. Жирнокислотный состав позволяет предположить, что рапсовое масло является перспективным сырьем для изготовления эффективных, конкурентоспособных технологических смазок и СОЖ, поскольку высокомолекулярные жирные кислоты обеспечивают хорошие антифрикционные свойства. В то же время, высокое содержание ненасыщенных жирных кислот обеспечивает широкий диапазон способов физико-химического воздействия с целью повышения противозадирных свойств смазок. Как видно из сравнения требований к составу базовых основ с составом рапсового масла, в последнем содержание насыщенных жирных кислот значительно меньше. Так, например, в образцах рапсового масла, полученных нами для проведения исследований (образцы рапсового масла и его модификации предоставлены УНИИМЖ, Харьков), содержание насыщенных жирных кислот составляет около 10%. Поэтому, необходимо подвергнуть селективному гидрированию рапсовое масло или свободные жирные кислоты, полученные расщеплением рапсового масла. Для этого могут быть использованы безэруковые и среднеэруковые сорта рапсового масла, так как высокоэруковые сорта рапсового масла гидрируются очень трудно. Кроме того, можно проводить исследование по следующему варианту – получить смесь жирных кислот и рапсового масла и подвергнуть эту смесь селективному гидрированию.

Рапсовое масло относится к числу трудногидрируемых жиров, что частично объясняется содержанием в нем 50 – 60% глицеридов эруковой кислоты. Для получения образцов использовалось два образца безэрукового масла и два образца низкоэрукового масла. Ниже в табл.1 приведен жирнокислотный состав используемых масел. Жирнокислотный состав образцов саломасов приведен в табл.2. Полученные образцы саломасов в дальнейшем подвергались расщеплению на лабораторной установке. Расщепление проводили безреагентным методом. У расщепленных саломасов определены кислотные числа и числа омыления, приведенные в табл.3.

Таблица 1. Жирнокислотный состав используемых масел.

Фракции жирных кислот	Содержание, % в образце масла			
	1	2	3	4
Пальмитиновая	3,6	3,7	4,0	3,6
Стеариновая	1,0	1,1	1,3	0,7
Олеиновая	40,0	55,7	38,4	55,5
Линолевая	24,1	24,8	27,7	25,9
Линоленовая	8,6	10,0	10,2	8,4
Гадолеиновая (изомер)	6,6	4,2	6,0	3,0
Эруковая (изомер)	15,2	–	12,1	2,8

Примечание: 1 – низкоэруковое масло; 2 – безэруковое масло; 3 – смесь низкоэруковых масел; 4 – смесь безэруковых масел.

Таблица 2. Жирнокислотный состав образцов саломасов

Фракции жирных кислот	Содержание, % в образце саломаса			
	1	2	3	4
Пальмитиновая	4,0	3,7	4,0	3,7
Пальмитолеиновая	следы	следы	следы	следы
Стеариновая	9,3	4,3	8,7	12,9
Олеиновая	79,5	62,6	78,1	62,1
Линолевая	4,6	5,3	5,8	1,8
Линоленовая	0,6	0,5	1,4	1,0
Гадолеиновая (изомер)	–	0,9	–	1,3
(изомер)	0,7	5,3	–	3,3
Эруковая (изомер)	1,2	17,3	2,0	13,9

Примечание: образцы саломасов были получены путем частичного гидрирования каждого образца масла: саломас 1 – из масла 4; саломас 2 – из смеси масел 1 и 3; саломас 3 – из масла 4; саломас 4 – из смеси масел 1 и 3.

Таблица 3. Кислотные числа и числа омыления расщепленных саломасов

Номер образца	Кислотное число, мг КОН/г	Число омыления, мг КОН/г
1	149,0	181,4
2	149,1	184,9
3	145,3	181,6
4	142,0	180,6

Методика исследования. Исследования противозадирных свойств саломасов производились по оригинальной методике. Оценка производилась по

величине давления налипания (P_n) металла на инструмент. Давление P_n определялось путем осадки образцов на прессе усилием 100 тонн. Размер образцов: диаметр 16 мм, высота 16 мм. Марка стали 08X18H10T. Образцы с нанесенной на оба торца смазкой осаживались между бойками прессы через плашки, изготовленные из инструментальной стали оправок станок холодной прокатки труб. Осадка проводилась со скоростью 40 мм/мин. Общие усилия снимались по показаниям шкалы прессы. После каждого прессования плашки шлифовались и обезжиривались вначале толуолом, затем спиртом. На каждой смазке осаживалось с разной степенью деформации 3 – 4 образца. После осадки образцы обезжиривались и маркировались. Затем измерялись диаметр образца и площадь налипания.

Степень налипания характеризовали коэффициентом налипания. Коэффициент налипания (K_n) определяли по формуле

$$K_n = \frac{F_n}{F_k}$$

где F_n – площадь налипания; F_k – площадь контактной поверхности.

F_n определяется по формуле

$$F_n = \pi S_n (D - S_n),$$

где S_n – ширина кольца налипания; D – диаметр контактной поверхности после осадки.

При осадке на различных образцах саломасов коэффициент налипания был разным. Коэффициент налипания колеблется от 0,15 до 1,55.

Изложение основных материалов исследования. Результаты испытания саломасов приведены в табл.4.

Таблица 4. Результаты испытания саломасов

Саломас	Коэффициент налипания
1	0,48
2	0,24
3	0,15
4	0,55

По результатам испытаний смазочных композиций нами выбран саломас № 3. Кроме того, у полученных образцов саломасов определяли противозадирные свойства и величину коэффициента трения при различных температурах. Испытания проводилась на машине трения SRV – 900 (фирма «Optimol»). Схема трения – «шарик–плоскость», шарик диаметром 12,7 мм из стали ШХ15, неподвижное конртело – цилиндр диаметром 24 мм и высотой 7 мм из стали Х18Н10Т, амплитуда возвратно-поступательного движения 1 мм, частота 50 Гц. Оценка противозадирных свойств: приработка в течение 5 мин под нагрузкой 50 Н, далее ступенчатое повышение нагрузки со средней скоростью 25 Н/мин. Нагружение проводилось до момента разрыва пленки, что выражалось в «сваривании» пары трения (резкое увеличение коэффициента трения и прекращение движения верхнего образца). Определение антифрикционных и

противозадирных свойств: нагрузка 100 Н, продолжительность трения 1 час.

Нагрузка, при которой произошло «сваривание» пары трения и считается нагрузкой «сваривания» (P_c) или давлением налипания. Результаты испытаний приведены в табл. 5.

Таблица 5. Результаты проведенных испытаний по изучению величины коэффициента трения f

Показатели	$t = 20^{\circ}\text{C}$				$t = 80^{\circ}\text{C}$			
	образцы саломасов				образцы саломасов			
	1	2	3	4	1	2	3	4
$D_{из}$, мм	0,46	0,48	0,43	0,53	0,43	0,5	0,4	0,5
f_{min}	0,09	0,095	0,09	0,095	0,093	0,09	0,09	0,09
f_{max}	0,16	0,105	0,105	0,105	0,102	0,095	0,10	0,102
$f_{уст.}$	0,09	0,095	0,09	0,1	0,095	0,09	0,09	0,095
P_c , Н	200	230	240	180	200	220	240	170

На основании приведенных данных установлено, что антифрикционные свойства саломасов, определяемые коэффициентом трения незначительно отличаются в зависимости от исходного жирнокислотного сырья. Повышение температуры от 20°C до 80°C не оказывает влияния на изменение коэффициента трения. Однако, противозадирные свойства, определяемые P_c , у образца № 3 лучше, при обеих температурах.

Для технологических смазок одним из важных показателей является термическая стабильность [4], т.е. минимальная потеря веса, изменение состава с повышением температуры, т.к. в тяжело нагруженных процессах с большими усилиями деформаций наблюдаются значительные повышения температуры, что приводит к изменению структуры смазки и потере ею противозадирных свойств. Поэтому нами проведено исследование образцов 1–4 на термическую стабильность. Испытания осуществляли на дериватографе фирмы MOM (Венгрия) при нагревании 100 мг вещества в платиновом тарельчатом держателе образца на воздухе при повышении температуры от комнатной до 500°C со скоростью $5^{\circ}\text{C}/\text{мин}$.

Термограмма каждого образца состоит из температурной кривой (Т), кривой дифференциального термического анализа (ДТА), термогравиметрических кривых (ТГ и ДТГ). Кривая Т отражает изменение температуры образца при нагревании, кривая ДТА – наличие термических эффектов, сопровождающих процессы, происходящие в образцах, кривые ТГ и ДТГ – изменение массы и его скорость.

Для сопоставительной оценки образцов и термограмм определены температуры основных пиков кривых ДТА и ДТГ, температуры потери 5, 10, 25, 50% массы, . Указанные параметры приведены в табл.6.

Сравнительный анализ данных, приведенных в табл.6 показывает, что термическая устойчивость саломасов невысока. При нагреве от 200°C до 330% потеря веса составляет 50% и в этом же диапазоне температур наблю-

даются пики на кривых ДТА и ДТГ, что свидетельствует о начале разложения и термодеструкции саломасов, причем термическая устойчивость образца 3 по сравнению с образцами 1, 2 и 4 несколько выше. По своим антифрикционным, противозадирным и термоокислительным свойствам саломас № 3 является лучшим и может быть рекомендован к использованию в качестве базовой основы для получения технологических смазок для производства листовой стали с добавкой до 40% насыщенных жирных кислот.

Таблица 6. Результаты определения термической стабильности саломасов

Образец саломаса	Температура (°C), соответствующая потере массы, %				Температура пика, °C	
	5	10	25	50	ДТА	ДТГ
1	125	140	185	215	285	223
2	137	140	200	230	250 270	215 301
3	160	185	275	327	– 332	263 327
4	114	157	215	318	228 281	217 212

Так как образец саломаса № 4 содержит значительно больше насыщенных кислот, чем саломасы 1–3, то он был подвергнут дальнейшей обработке. Процесс термического окисления (уплотнения) растительных масел и продуктов их переработки широко используется при производстве технологических смазок, работающих при повышенных температурах. В качестве сырья для получения смазок этим способом используют растительные жирнокислотные продукты. В процессе термического уплотнения (окислительной полимеризации) изменяются такие свойства масел, как вязкость, молекулярная масса, снижается содержание ненасыщенных жирных кислот и увеличивается термостойкость. Термическое уплотнение жиров осуществляется обычно при температуре 250–350°C с доступом воздуха в течение длительного времени – 50–100 часов.

При получении смазок этим способом их вязкость и степень насыщенности регулируются изменением продолжительности процесса и его температурой. Способом термоуплотнения можно получить продукты с различными физико–химическими свойствами, обладающие различной смазочной способностью. Интервал оптимальной степени полимеризации, обеспечивающей максимальные смазочные свойства, зависит от условий процесса деформации и должен уточняться в каждом конкретном случае. Следует отметить, что процессы термоуплотнения отличаются от процессов гидрогенизации простотой технологии и оборудования. Этот процесс можно осуществить непосредственно на металлургическом заводе.

Известны эффективные технологические смазки, разработанные на основе использований процессов термоуплотнения [5,6,7]. Известна технология термоокисления рапсового масла. Термоокисление проводят в присутствии

кислородсодержащей неорганической соли в количестве не более 10%. Процесс проводят при нагревании до температуры 150–180⁰С. Смесь перемешивают при указанных температурах в течение 30–60 минут. При получении смазок на основе рапсового масла в качестве кислородсодержащей соли используют азотнокислый натрий, двухромовокислый калий или персульфат аммония [8]. При такой обработке происходят процессы полимеризации и конденсации, следствием которых является увеличение вязкости и адгезии.

Процесс осернения растительных масел, жиров и жирных кислот широко применяется как способ повышения противозадирных свойств смазок [9]. Условия проведения процесса осернения масел подобны условиям проведения процесса термоуплотнения при значительном снижении продолжительности процесса. Содержание серы в исходных продуктах находится в пределах 3–5% масс. Наличие в смазке сульфидов, полисульфидов, а также элементарной серы улучшает противозадирные свойства масел.

Одним из способов насыщения двойных связей в растительных маслах для повышения антифрикционных и противозадирных свойств и термоокислительной стабильности является галогенирование. Известно введение в технологические смазки хлорсодержащих присадок, обладающих высокими противозадирными свойствами, например хлорированных парафинов. Однако, хлорсодержащие вещества в условиях обработки металлов давлением выделяют хлор, который, соединяясь с влагой, образует соляную кислоту, что ведет к коррозии оборудования и отрицательно сказывается на здоровье рабочих. Кроме того, хлорирование ведут атомарным хлором, что сложно и небезопасно.

По литературным данным, введение йода и брома в смазочную среду в небольших количествах повышает технологические свойства смазок и применяется при обработке давлением труднодеформируемых металлов и сплавов [10]. Известно, что незначительное количество растворенного в углеводородах йода снижает коэффициент трения. Йод является наилучшей присадкой из галогенов. Однако, концентрация йода в масле ограничивается коррозионной активностью деформируемого металла.

У образцов осерненного, термоокисленного, бромированного и йодированного рапсового масла было определены изменение физико-химических свойств в сравнении с чистым рапсовым маслом. Результаты исследований приведены в табл.7. Эти данные показывают, что выбранные нами способы физико-химического воздействия повышают вязкостно-температурные свойства рапсового масла.

Очень важным показателем для оценки физико-химических свойств смазок является изменение веса при нагревании. Исследования проводили на дериватографе фирмы MOM (Венгрия), результаты которых приведены в табл.8.

Оценка антифрикционных и противозадирных свойств проводилась на машине трения SRV – 900 (фирма «Optimol»). Результаты испытаний приведены в табл. 9. Анализ показывает, что термостойкость рапсового масла значительно повышает термоокисление (потеря 50% массы образца наступает при 400⁰С), в то время как осернение дает результаты несколько хуже (потеря

50% массы наступает при 300⁰С). Но противозадирные и антифрикционные свойства лучше у осерненного образца – коэффициент трения ниже, а минимальное давление налипания выше, чем у чистого и термоокисленного рапсового масла. В то же время, галогенирование значительно повышает противозадирные и антифрикционные свойства, которые улучшаются с повышением температуры. Последнее очень важно для технологических смазок, т.к. с ростом температуры у ряда веществ эти свойства снижаются.

Таблица 7. Вязкостно–температурные свойства исследованных смазок

Образец	Йодное число, г J ₂ /100 г	Число омыления, мг КОН/г	Вязкость, мм ² /с	
			20°С	50°С
Рапсовое масло	115	181	128	40
Осерненное	97	180	188	58
Термоокисленное	104	180	172	54
Иодированное	50	165	163	45
Бромированное	78	180	151	43

Таблица 8. Результаты определения термической стабильности исследованных смазок

Образец	Температура (°С), соответствующая потере массы, %			
	5	10	25	50
Рапсовое масло	145	160	185	205
Осерненное	255	288	335	360
Термоокисленное	245	283	323	400
Иодированное	193	224	253	291
Бромированное	180	205	231	247

Таблица 9. Результаты проведенных испытаний по изучению величины коэффициента трения $f_{уст}$ и давления налипания P_c .

Образец	Коэффициент трения, $f_{уст}$		Давление налипания P_c , Н	
	температура, °С		температура, °С	
	20	80	20	80
Рапсовое масло	0,16	0,18	150	120
Осерненное	0,125	0,11	200	200
Термоокисленное	0,13	0,126	180	180
Иодированное	0,112	0,108	250	350
Бромированное	0,105	0,101	220	300

В результате проведенных исследований можно рекомендовать осерненное рапсовое масло для процессов, в которых требуются высокие противозадирные свойства (деформация нержавеющей сталей), а термоокисленное рапсовое масло для процессов деформации, протекающих с выделением значительного количества тепла. Йодированное рапсовое масло мы рекомендуем для процессов, в которых требуются высокие противозадирные свойства (деформация нержавеющей сталей), а бромированное рапсовое масло для процессов, в которых требуются высокие антифрикционные свойства (деформация углеродистых сталей). Для составов, используемых при холодной прокатке листовой стали, важное значение кроме противозадирных и антифрикционных свойств имеют такие показатели, как удаляемость смазки с поверхности прокатанного металла при обезжиривании, коррозионное действие, влияние на качество поверхности металла после отжига.

Известно, что составы на основе термоокисленного рапсового масла отрицательно влияют как на удаляемость остатков смазки при очистке (на агрегатах цинкования), так и на качество поверхности металла после отжига (значительно увеличивается содержание свободного углерода, металл имеет тусклую серую поверхность). Наибольшее содержание жирных кислот (пальмитиновой и теариновой) содержится в образце саломаса №4, поэтому были исследованы производные этого саломаса в качестве присадок к эмульсолам. Физико-химические свойства образцов представлены в табл. 10.

Таблица 10. Физико-химические свойства саломасов

Образец	Количество, %		Йодное число, г J ₂ /100 г	Число омыления, мг КОН/г
	серы	галогена		
Саломас № 4	–	–	100,0	181,0
Йодированный	–	5,1	50,0	178,1
Бромированный	–	4,9	49,0	180,3
Осерненный	2,1	–	5,0	180,6

Образцы использовали в качестве 5% добавок к эмульсолу «АЗМОЛ ОМ» ТУ У 001–52365.134–2001, применяемому в цехах холодной прокатки на меткомбинате «Запорожсталь». Исследовалось влияние этих добавок на смазочную эффективность, противозадирные и противозадирные свойства, влияние на коэффициент трения в интервале температур 20 – 400°. Испытанные составы приведены в табл. 11.

Оценка противозадирных, антифрикционных и противозадирных свойств 5% эмульсий составов 1 – 5 на машине трения SRV – 900 (фирма «Optimol»). Результаты представлены в табл. 12.

Смазочная эффективность составов определена на стане ДУО. Условия испытаний: испытывали смазочные материалы в виде 5% эмульсий. Эмульсии готовили путем разбавления концентрата водой, подогретой до 40° для получения стабильной эмульсии. Прокатывали динамную сталь второй группы с

исходными данными: ширина полосы – 30 мм, длина – 200 мм, толщина – 0,506 мм. Пластины металла селективно отбирали по толщине с допуском 2 мкм. Прокатку (при участии В.П. Темненко) проводили на лабораторном стане ДУО (фирма «Фрелинг», Германия) при следующих условиях: диаметр валков стана – 200 мм, ширина бочки – 160 мм, скорость прокатки – 62,8 м/мин. Для определения показателя опережения на поверхность валка были нанесены отпечатки на расстоянии друг от друга равном 100 мм. Прокатка производилась при комнатной температуре.

Таблица 11. Составы смазок для холодной прокатки

Компоненты	Содержание, %					
	Составы					
	1	2	3	4	5	6
Эмульсол ОМ	100	95	95	95	95	95
Рапсовое масло	–	–	–	–	5,0	–
Саломас № 4	–	5,0	–	–	–	–
Иодированный саломас № 4	–	–	5,0	–	–	–
Бромированный саломас № 4	–	–	–	5,0	–	–
Осерненный саломас № 4	–	–	–	–	–	5,0

Таблица 12. Характеристика противоизносных, антифрикционных и противозадирных свойств 5% эмульсий

Показатели	5% эмульсии составов					
	1	2	3	4	5	6
$D_{из}$, мм	0,56	0,54	0,54	0,51	0,50	0,49
f_{min}	0,12	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11
f_{max}	0,125	0,121	0,121	0,116	0,114	0,114
$f_{установ.}$	0,120	0,115	0,115	0,112	0,112	0,111
P_c , Н	300	350	380	390	300	400

При проведении испытаний смазку на поверхность пластин наносили тканевым тампоном до получения тонкого равномерного смазочного покрытия. При прокатке валки обильно смачивали исследуемым раствором. В процессе прокатки производили запись энергосиловых показателей, после прокатки производили замеры конечной толщины металла и расстояния между отпечатками на полосе. Полученные после обработки результаты испытаний представлены в табл. 13.

Определение коррозионной активности составов по ГОСТ 6243–75 показало, что добавка галогенированных образцов снижает антикоррозионные свойства эмульсий. Определение удаляемости остатков смазки после прокатки в стандартных щелочных растворах (используемых на линиях АГНЦ) показало, что введение добавок на основе гидрированного, галогенированного и осерненного рапсового масла не влияет на удаляемость смазки с поверхности полосы.

Таблица 13. Результаты испытаний смазок для холодной прокатки

Образец	Конечная толщина пластины, м	Обжатие, ϵ , %	Опережение, S	Коэффициент трения, f	Усилия прокатки, кН	P/ ϵ
1	0,392	22,5	0,0338	0,0509	205,0	9,11
2	0,380	24,9	0,0338	0,0430	200,0	8,032
3	0,379	25,0	0,0290	0,0420	198,0	7,92
4	0,361	28,6	0,0291	0,0410	195,0	6,82
5	0,361	28,6	0,0290	0,0412	193,0	6,75
6	0,362	28,9	0,0285	0,0415	190,0	6,49

Результаты рассчитывались из 10 экспериментальных показателей (на каждую композицию использовали по 10 образцов металла).

Таким образом, испытания показали, что образцы на основе гидрированного, галогенированного и осерненного рапсового масла повышают смазочную эффективность стандартного эмульсола.

Выводы.

Исследованы образцы саломасов рапсового масла с различным содержанием эруковой кислоты. Установлено оптимальное содержание её в саломасе. Саломасы могут быть использованы в композициях смазочно–охлаждающих технологических средств как в виде присадок, так и в виде кислот (после расщепления саломаса). Показана высокая смазочная эффективность галогенированных (иодированных и бромированных) и осерненных саломасов в виде присадок к эмульсолу «АЗМОЛ ОМ».

1. *Эмульсии* и смазки при холодной прокатке / В.К.Белосевич, Н.П.Нетесов, В.И.Мелешко и др. – М.: Металлургия, 1976. – 416 с.
2. *Грудев А.П., Тилик В.Т.* Технологические смазки в прокатном производстве. – М.: Металлургия, 1975. – 368 с.
3. *Чередниченко Г.И., Фройштетер, Ступак П.М.* Физико–химические и теплофизические свойства смазочных материалов. – Л.: Химия, 1986. – 224 с.
4. *Исследования* новых эмульсолов для высокоскоростной прокатки углеродистой стали / В.П.Чернов, Ю.И.Ларин, А.П.Долматов и др. // Труды VI конгресса прокатчиков (т.1) (Липецк 18–21.10.2005). Москва. – 2005.
5. *А.с. 314786 СССР, МКИ С 10 М 7/30.* Способ получения смазки для холодной и теплой обработки металлов давлением / М.С.Пасечник и др. (СССР). – Заявл. 21.04.69; Оpubл. бюл. № 28, 1971.
6. *А.с. 196221 СССР, МКИ С 10 М 7/30.* Смазка для холодной и теплой обработки металлов давлением / И.Н.Авраменко и др. (СССР).– Заявл. 14.04.66; Оpubл. бюл. № 11, 1967.
7. *А.с. 266987 СССР, МКИ С 10 М 7/30.* Способ получения смазки / М.С.Пасечник и др. (СССР).– Заявл. 28.01.69; Оpubл. бюл. № 12, 1970.
8. *А.с. 413179 СССР, МКИ С 10 М 5/12.* Способ получения смазки для холодной обработки металлов давлением. / Чуйко П.И. и др. (СССР).– Заявл. 02.08.71; Оpubл. бюл. № 4, 1974.

9. *Виноградова И.Э.* Противознозные присадки к маслам. – М.: Химия, 1972.– 272 с.
10. *А.с. 1505967 СССР, МКИ С 10 М 177/00.* Способ получения технологической смазки для холодной обработки металлов давлением / *А.И.Брескина и др.* (СССР).– Заявл. 20.01.88; Опубл. бюл. № 33, 1989.

*Статья рекомендована к печати:
ответственный редактор
раздела «Прокатное производство»
канд.техн.наук И.Ю.Приходько
рецензент канд.техн.наук В.Г.Иванченко*

О.С.Кас'ян, А.І.Брескіна, С.Д.Адамський

Дослідження рапсового масла як основи технологічних змащувально-охолоджуючих засобів для холодного прокатування листової сталі

Метою роботи є дослідження технологічних властивостей мастил, одержаних на основі відновлюваної в умовах України рослинної сировини, використання яких може значно зменшити імпорт сировини для виробництва технологічних мастил і змащувально-охолоджуючих засобів. Досліджено вплив способів обробки рапсового масла на термостійкість і змащувальну ефективність технологічних змащувально-охолоджуючих засобів на їх основі. Визначено оптимальний жирокислотний склад сирого рапсового масла для отримання ефективної основи змащувально-охолоджуючих засобів.