

Водосмесими COT (течности за металообработка)

По обем потребление (според количеството концентрат, от които потребителите получават търсените продукти) водосмесимите COT се явяват важна група течности за металообработка в САЩ и Европа. В Източна Азия, особено в Япония, потреблението на неводосмесими продукти превишава потреблението на водосмесими продукти. Тук тенденцията е към увеличаване степента на водосмесимите продукти, докато в Германия е очевидна тенденцията към използване на неводосмесими продукти, което в значителна степен е обусловено от строгото законодателство по съхранение и ползване на смазочни продукти от всякакъв род. Важен проблем на експлоатационните характеристики на водосмесимите COT, като цяло няма такова първостепенно значение за техния избор, което се отнася и за неводосмесимите COT. Вторични изисквания, предявявани към тези продукти, често се обсъждат по-широко в сравнение с техните основни функции на охлаждане и смазване. Все по-голямо значение придобива проблема с охраната на здравето на работните места, микробиология, хигиена и обезвреждане на отработените течности. Изменението на течностите в следствие замърсяване често води до значителни разходи на филтрация, което е изключено в случаи на неводосмесими COT. Специални разходи на обработка обикновено се определят отделно за всеки случай, но на основание това е трудно да се направи извод за по-ниски стойности на водосмесими COT. Изхождайки от тези съображения екологичните проблеми се явяват обект на повишено внимание в голяма част от разработките през последните години, направени на повишена устойчивост на COT към външни въздействия, особено към микробиологични атаки.

1. Номенклатура и кодиране

Трудно е да се намери друг технологичен сектор от масла, където да се използват толкова много различни и в известна степен неточни термини, както в случаите на водосмесимите COT. През последните години са се направили няколко опита да се класифицира тази терминология, ориентирайки се към потребителските технически критерии или на състава на продуктите (табл. 1).

Таблица 1. Класификация COT		
Тип	Терминини в съответствие с DIN 51 385	Буквен код
0	Течност за металообработка	S
1	Неводосмесима течност за металообработка	SN
2	Водосмесим концентрат за металообработка	SE
2,1	Емулгируем концентрат за металообработка	SEM

2,2	Водоразтворим концентрат за металообработка	SES
3	Разбъркваща течност за металообработка	EW
3,1	Емулсия („масло във вода“) за металообработка	SEMW
3,2	Разтвор за металообработка	SESW

В тази статия се определят важните различия между концентрати и водосмесими продукти, като цяло и е дадена интерпретация термините „неводосмесими охлаждащи течности“ и „водосмесими охлаждащи течности“. Концентрат в такъв вид, в които се доставя на ползвателите от производителите се наричат водосмесими COT; готови продукти, разбърквани с вода от ползвателите се наричат разбърквани COT. Тези термини се използват в съвременната литература, и за разлика от такива термини, като например сверилно масло, сверилна или шлифовална вода или охлаждащ агент, вече се приема от голяма група ползватели. Заедно с това днес е още трудно да се диференцират емулгируемите и водосмесими COT при описание на концентратите, които ще бъдат използвани за образуване на емулсии или разтвори. Разделението на водосмесими продукти на емулсии и разтвори за металообработка е свързано с техния състав, като емулсиите винаги съдържат химически емулгатори.

Буквените кодове са приведени в табл. 1, използвани, като абривиатура за най-различни смазочни материали, маркировките на съдовете със смазочни материали, смазочно оборудване и смазващи точки. В този случай първата буква *S* означава металообработващи течности, а буква *E* — смазочни масла, използвани в смес със вода. Буква *M* в трето положение означава водосмесима COT, съдържаща минерално масло, а буква *S* — продукти на синтетична основа. Посочените по-горе кодировки подробно са описани в *DIN 51 502*, независимо от това, че буквите *N* и *W* все още не са включени в този стандарт.

Освен това немската терминология, в международната литература широко се използва *ISO 6743*, подробно се разглежда в раздел 7 група течности за металообработка (табл. 2).

Таблица 2. Класификация на смазочни материали за металообработка (семество M) по ISO 6743/7

<i>L-MHA</i>	Течности, които могат да притежават антикорозионни свойства
<i>L-MHB</i>	Течности тип <i>MHA</i> със свойства, намаляващи триенето
<i>L-MHC</i>	Течности тип <i>MHA (EP)</i> , химически неактивни
<i>L-MHD</i>	Течности тип <i>MHA (EP)</i> , химически активни
<i>L-MHE</i>	Течности тип <i>MHB (EP)</i> , химически неактивни
<i>L-MHF</i>	Течности тип <i>MHB (EP)</i> , химически активни
<i>L-MHG</i>	Пластични смазки, пасты, восък, използвани в чист вид или разбърквани в течност
тип <i>MHA</i>	
<i>L-MHN</i>	Сапуни, прах, твърди смазочни материали и др. и техните смеси
<i>L-MAA</i>	Концентрации, в смеси с вода образуващи млечно-бели емулсии с антикорозионни свойства
<i>L-MAB</i>	Концентрати тип <i>MAA</i> със свойства, намаляващи триене
<i>L-MAC</i>	Концентрати тип <i>MAA</i> с противоизносни свойства <i>L-MAI (EP)</i>
<i>L-MAD</i>	Концентрати тип <i>MAA</i> с противозадирни свойства (<i>EP</i>)
<i>L-MAE</i>	Концентрати, образуващи в смес със вода прозрачни емулсии (микроемулсии с антикорозионни свойства)
<i>L-MAF</i>	Концентрати тип <i>MAE</i> със свойства, намаляващи триене и/или с противозадирни свойства (<i>EP</i>)

L-MAH Концентрати тип *MAE* със свойства, намаляващи триене и/или с противозадирни свойства (*EP*)

L-MAI Пластични смазки и пасти, използвани в смес с вода

Тук буква *L* означава смазочни материали, *M* — металообработка, но всяка от следващите букви няма особено специфично значение.

2. Състав

Тъй като в цял свят степента на COT, не съдържащи в своя състав минерални масла (така наречени напълно синтетични COT), съставлява от 5 до 15%, емулсиите несъмнено се явяват най-важни продукти. Основни ingredienti могат да бъдат сведени в следните групи (табл. 3)

Таблица 3. Основни ingredienti COT

Минерални въглеводородни масла
Синтетични въглеводороди, синтетични сложни ефири, натурални мастни масла
Емулгатори
Инхибитори на корозия
Стабилизатори, съединителни агенти
Противозадирни присадки (противозадирни вещества)
Противоизносни присадки
Присадки, подобряващи смазочния филм
Антипенни агенти
Микробиоциди
Комплексообразуващи агенти

Добре ако минералните масла се явяват основни компоненти на COT, то те частично или даже напълно могат да бъдат заменени на такива синтетични въглеводороди, като полиалфаолефини или алкилбензоли, мазнини или даже синтетични сложни естери. В много случаи използването на синтетични въглеводороди се ограничава от специални области, но синтетичните сложни естери или натуралните мазнини се използват регулярно. По принцип, масла, пригодни за използване в COT могат да бъдат получени, както от парафинови, така и от нафтонови масла, като последните притежават добра разтваряща способност по отношение на присадки и имат по-благоприятни емулгиращи свойства. Но използването на нафтонови масла пада поради това, че съдържанието на ароматни вещества в тях е по-голямо в сравнение с парафиновите масла. Това има критически важно значение, особено по изискванията за охрана на здравето и безопасност на работните места.

2.1. Емулгатори

Емулгаторите влизат в голяма група от химични вещества, известни като ПАВ. Всички ПАВ образуват пяна във воден разтвор, което се явява нежелателна във всички области на металообработката, свързани с използване на емулгатори. Водоразтворимите ПАВ, към които се отнасят емулгаторите, в литературата често се наричат „детергент“. Освен емулгатори, към групата на детергентите се отнасят други важни класове химични вещества, в частност ПАВ, вещества за филтрация, мокрещи и диспергиращи агенти. ПАВ притежават разделящи свойства на повърхностите. Наред с достигнатата по-този начин намалена концентрация от течности в сравнение с концентрацията на повърхностите, емулгаторите притежават и други свойства, които несъмнено се отличават от ПАВ (например, мокрещите). Намалените повърхностни натягания дават на емулсиите термодинамична стабилност. Това означава, че те губят природната тенденция на емулгируемата фаза към намаляване площта на раздела. Но за добра или приемлива стабилност на емулсията трябва да бъдат осигурени и други условия. Разтворените молекули на емулгатора, обогатяват повърхностите и следователно, процеса на емулгиране зависи от времето, от което следва, че ефекта от кинетиката на емулгатора има важно практическо значение за образуване на емулсия. Освен намалено повърхностно натягане емулсията изпълнява важна работа по осигуряване на максимално възможна стабилност на капките масла върху повърхностите (в случаи на емулсии „масло във вода“) с това, че сблъскването на капките не води до тяхното увеличение. Действието на емулгатора се основава на следния механизъм: молекулите на емулгатора, съдържащи биполярни вещества, се подреждат на наклона повърхност на структура, с форма на

четки. Ако присъстват капки масла, то се образува маслоразтворима част в маслена фаза (липофилна, хидрофобна) която ще съответства на водоразтворимата (хидрофилна) част от водната фаза. Това е показано на рис. 1.

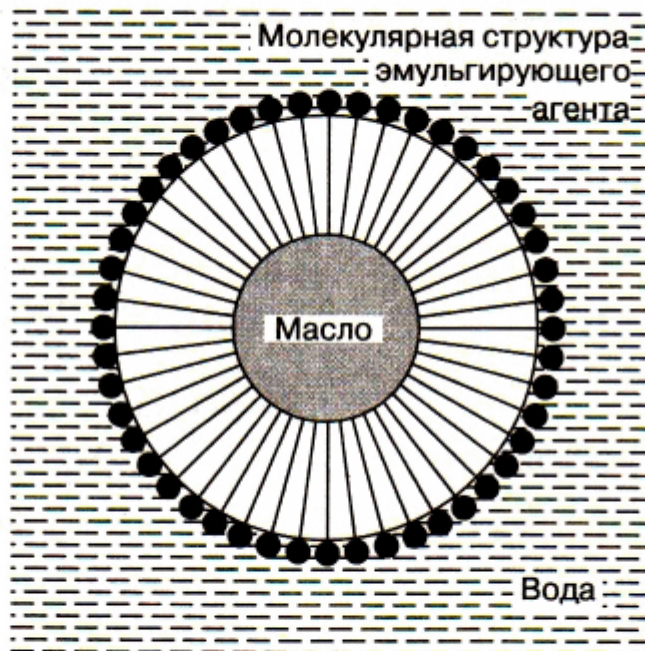


Рис. 1. Ориентация молекул емулгатора на поверхности раздела масло–вода при применении эмульсии «масло в воде»

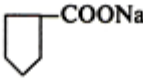
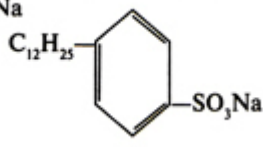
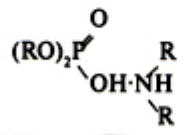
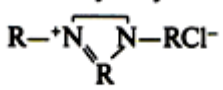
Хидрофилната част на емулгатора, ориентирана към страната на водната фаза, води до образуване на хидрантен слой. Сега може опростено да се представи увеличения вискозитет на водата и следователно образуването на по-устойчив защитен слой, около капките масла. Освен това, заряд с еднаква полярност на външната страна и води до електрическо отблъскване при сближаване на две капки. Процесът на емулгиране води до образуване на хидрантен слой. Емулгаторите се използват за получаване на металообработваща емулсия тип „масло във вода“, с ярко изразен хидрофилен ефект. Енергията, отделяна при образуване на хидрантен слой се използва за увеличаване на повърхността. За осигуряване на стабилен концентрат при ниски температури трябва да се отчита разтворимостта на всички компоненти. Разтворимостта на маслата в някои емулсии може да бъде подобрена с помощта на т. н. съвместими агенти (*coupling agentss*), като например спирт и гликоли. Маслата също се използват, като емулгатори, като леко се разтварят и разпределят с помощта на спирт тип *Eneberta*. ПАВ са склонни към образуване мицел (молекулярни връзки). В този случай молекулярните хидрофилни части воден разтвор са направени навън, а липофилните или хидрофобни части — навътре. Равновесие между молекулите на емулгатора са ориентирани към страната на повърхността, възможно йонизирани във водна фаза и обединени в мицели, представляват сложна колоидна структура. Това води до възникване на проблеми, особено актуални в случаи на металообработващи емулсии, което има особено значение при оценка способността на емулсиите да емулгират в работещи масла.

Както и всички водоразтворими ПАВ, емулгаторите се делят на йонни и нейонни продукти. Йоногенните продукти се разлагат (дисоциират) във вода, като образуват компоненти с положителен заряд и аниони с отрицателен заряд. Ако анионът притежава повърхностно-активни свойства, то емулгатора се явява анионен. Ако катионът има биполярен характер, то става въпрос за катионни продукти. Наред с тези две отчетливо различаеми групи, съществуват и такива амфотерни вещества, които в зависимост от своето обкръжение (особенно величината pH) могат да действат, като катионни или анионни емулгатори. Но тяхното значение, като емулгатори в СОТ е толкова малко, че те не заслужават подробно разглеждане в тази глава.

Нейногенните емулгатори не се дисоциират във вода, а техните молекули имат ясно изразени

повърхностно-активни свойства. Тяхната разтворимост във вода обикновено е обусловена от кислородсъдържащите групи в молекули с по-високо сродство с вода (водород, свързващи молекули вода с атоми от хидрофилна молекулярна група). Ориентация на водни молекули води до разтворимост във вода, а разлагане при високи температури намалява разтворимостта, което се проявява в помътняване на разтвора.

Важни групи емулгатори за металообработка по-подробно са описани по надолу. В табл. 4 и 5 са приведени химическите структури на йонните и нейонни емулгатори.

Таблица 4. Химическа структура на йонни емулгатори	
Анионни емулгатори Натриеви сапуни Аминни сапуни (триетаноламинни сапуни) Нафтенени киселини	$\text{R}-\text{COONa}$ $\text{R}-\text{COONH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$ 
Сулфонати: пример „синтетичен сулфонат“ — дедоцилбензосулфонат	$\text{R}-\text{SO}_3\text{Na}$ 
Сулфати: особено значение: сулфиран рициново масло (турско червено масло) Аминни соли на сложни естерни фосфорни киселини	$\text{R}-\text{SO}_3\text{Na}$ $\text{CH}_2(\text{CH}_2)_7\text{CH}(\text{OSO}_3\text{Na})\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COONa}$ 
Катионни емулгатори Четвъртични амониени соли: соли на мастни амини соли на имидазолин	$\text{R}-\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-$ 

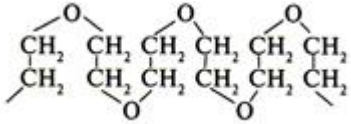
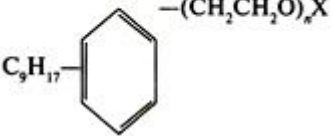
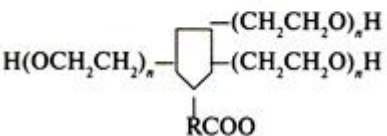
Анионни емулгатори

Това са класически емулгатори явяващи се лидери по обем на потребление, като обикновени водоразтворими СОТ и много емулсии с друго предназначение.

Осъпунващите вещества, към които се отнасят натриевите и калиевите соли, дългите вериги карбонови киселини, например стеариновите или олеиновите киселини се използват отдавна. Важни от алкалните осапунващи вещества за емулсии тип „масло във вода“ се явяват натриевите сапуни. Ограничена област на използване се определя от това, че те проявяват висока емулгираща способност само при сравнително високи значения на рН (~10). Но такива високи значения на рН са нежелателни за много процеси на механична обработка поради проблеми, свързани с раздразване на кожата.

Зависимостта от величината рН може да бъде намалена, чрез използване на сапуни на основа амини. Те се отличават с висока ефективност при малка чувствителност към свойствата на средата и осигуряват добра стабилност на получена на тяхна основа емулсий със значения на рН около 8. Най-важни се явяват осапунващите вещества на основа моно-, ди- и триетаноламини (но

използването на производни диетаноламин и морфолин намалява поради образуване на опасни нитрозамини {TRGS 611}.

Таблица 5. Химични структури на важни нейногенни емулгатори (етоксилати)	
Полиетиленоксидна верига	
Обща формула етоксилирани продукти: n — число моли етиленоксид Етоксилирани феноли (особено значение - нонилфенолетоксилати)	$X-(CH_2-CH_2-O)_nH$ $-(CH_2CH_2O)_nX$ 
Етоксилиран спирт Етоксилирани мастни киселини Етоксилирани мастни амини. Етоксилирани амиди Полиоли (пример — етоксилирован сложен естер на сорбитовата киселина)	$X=RO$ $X=RCOO$ $X=RNH$ $X=RCON$ 

За тяхното получаване се използват морфолин, дигликол-амин, три-изопропаноламин и метиламинопропанол и други химични вещества.

Общи недостатъци на амините и натриевите сапуни се явява образуването на неразтворими (във вода) соли с магнезиеви и калциеви йони, съдържащи се във вода, или с йони на тежки метали в процес на механична обработка (например, в случай на емулсий със съдържание меди при изтегляне на медна тел). Това може да доведе до нестабилност на емулсията. От друга страна, попаднали утайки неразтворим сапун могат да предизвикат значителни проблеми по време на механична обработка и в циркулационни системи.

Натриеви и аминни соли на нафтените киселини също се използват, като осапунващи вещества. Нафтенени киселини, получени от дестилати на нафтенени минерални масла при неутрализация и екстракция в рафинати от минерални масла, превишават по обем на потребление другите източници на суровина, използвани за получаване на миещи средства. За разлика от другите миещи средства, те са сравнително нечувствителни към вещества, определящи твърдостта на водата, защото магнезиевите и калциеви соли по-леко се разтварят във вода, в сравнение с аналогичните компоненти от миещи средства на основа карбонови киселини. Често един от недостатъците на алкалните вещества на основа нафтенени киселини се явява тяхната склонност към пенообразуване.

Сулфонатите намират голямо приложение във водосмесимите СОТ. Най-разпространени от тях се явяват, така наречените природни, или нефтени, сулфонати. Преди те са се получавали на основа, като вторични продукти в процес на сяронокисела очистка на дестилатни масла, използвани в производството на бели масла. Общата тенденция към прехода на производство на бели масла и даже рафинати на смазочни масла, чрез метода на хидриране е довела до намалена достъпност на нефтените сулфонати. Благоприятните свойства на тези продукти, особено техните добри антикорозионни свойства, са довели до по-нататъшно усъвършенстване на способа при производство. В следствие на това нефтените сулфонати днес се получават с използване на

специален процес на сулфиране. От химична гледна точка този клас материали представлява ой натриеви соли сулфонови киселини с ароматно/алифатични въглеводороди на минерални масла, затова се наричат алкиларилсулфонати. Молекулярната маса на продуктите, представляващи интерес за металообработка, се намират в рамките на 350—500. С увеличаване на молекулярната маса емулгиращите свойства падат, а антикорозионните свойства стават по-благоприятни.

Все по-голямо значение придобиват така наречените синтетични сулфонати. Даже в чисто алифатични продукти, използвани в отделни случаи, най-голямо значение имат ароматните продукти на основа додецилбензолсул-фонати(натриева сол). Соли, предизвикващи твърдостта на водата, влияят на ефективността на сулфонатите така, както и всички останали анионни емулгатори, но в по-малка степен, в сравнение с измиващите вещества. При рН над 8,5 емулсиите на основа сулфонати проявяват добра стабилност. Чрез сулфиране от натурални сапуни се получават сулфирани масла — още една група анионни емулгатори, често използвани в металообработващите емулсии. Те са особено пригодни за емулгиране на масла. Особено важни са сулфирано рициново масло, сулфирана рибна мазнина и масло *colza*. За разлика от сулфонатите, сярата в молекулите на сулфата се свързва с атом С не непосредствено, а чрез кислороден мост. Склонност към киселинна хидролиза водят до необходимост от внимателен контрол на рН при използване на емулсии на основа сулфирани масла и използване на специални буферни системи. Аминните соли на сложните естери на фосфорната киселина притежават добри антикорозионни и противозадирни свойства наред с тяхното основно предназначение, като анионни емулгатори, което ги прави перспективни за редица области на използване. Но много от аминните фосфати страдат от нежелателна способност към пенообразуване. Безкрайното множество от други специални съединения, използвани като инхибитори на корозия в СОТ, притежават същия ефект при използване, както и като емулгатори. В този контекст, следва например да се спомене за солите на амидокарбоновите киселини (саркозин).

Катионни емулгатори

До неотдавна катионните емулгатори не са намирали особено широко използване във водосмесимите СОТ и са се използвали само в някои особенни случаи. Често причина за ограниченото използване се явява несъвместимостта с анионните продукти: катионните продукти силно се адсорбират на метални повърхности, което води до такова нежелателно явление, като хидрофобизация. Ефективността на някои катионни емулгатори в неутрална и кисела среда ги е направила предпочитани за редица специални цели при обработка на алуминий. Благоприятни свойства се явяват също така добрата устойчивост към микробактериална активност (бактериостатичен ефект) и стабилност в твърда вода. Важни примери в тази група вещества — четвъртичните амониеви соли.

Нейногенни емулгатори

Значението на тази група емулгатори в последните години рязко нарасна. Особените преимущества на тези емулгатори се заключава в тяхната устойчивост в присъствие на вещества, увеличаващи твърдостта на водата и електролитната устойчивост, като цяло. Тяхната стабилност в широк диапазон от величина на рН е също висока, отколкото при йонните продукти, макар че ниската способност към защита от корозия често се отнася, като недостатък. Като цяло към тази група вещества се отнасят само етоксилирани продукти, имащи известно значение за металообработката. По специална заявка може да бъдат произведени емулгатори с определени емулгиращи свойства на основа хидрофобни молекули, чрез присъединяване на хидрофилна полиетиленоксидна верига (полигликолев естер) с зададени дълги вериги.

Степента на етоксилване се определя от числото присъединени етиленоксидни молекули.

Предпочитани за производството на нейногенни емулгатори се явяват следните вещества:

алкилфеноли (нонилфенол, считат се за важни вещества за това използване, но днес не се използват във връзка със забрана във водното законодателството в Европа), спирти, мастни киселини, амиди на мастните киселини и сложни полиолови естери (най-голямо значение имат сложните естери на сорбиновата киселина). В Европейският съюз е забранено използването на нонилфенолетоксилати с директива 2003/53 *ЕС*. В табл. 7 е показана химическата структура на групи продукти, разгледани в този раздел. Поради ниската защита от корозия разглежданите по-горе нейногенни емулгатори се използват в металообработващите емулсии в съчетание с антипенни продукти. Изключение представляват някои етоксилирани амиди на мастните киселини, които осигуряват значителна защита от корозия.

Хидрофилно-липофилен баланс (HLB)

Като характеристика на емулгиращите свойства на различните емулгатори е приета величина на хидрофилно-липофилен баланс *HLB*. По подробна информация по този въпрос може да се намери в специалната литература.

2.2. Вискозитетни емулсии

Докато емулсиите тип „вода в масло“ се използват в металообработката, по принцип имат пастообразна консистенция, емулсиите тип „масло във вода“ за рязане, позлатяване на жици или

валцуване се произвеждат във вид на тънкодисперсни течни системи. За определяне вискозитета на емулсията тип „масло във вода“ се използват редица формули, голяма част, от които са изведени, чрез емпиричен път. Интересно е да се отбележи, че на вискозитета на емулсията не се оказва влияние размера на частиците (степен на диспергиране), нито вискозитета в дисперсна фаза. Вискозитетът на емулсията η се определя по уравнението на Хатчек

$$\eta = \eta_0 / (1 - \Phi^{1/2})$$

където η_0 — вискозитет на непрекъснатата фаза (вода) и Φ — обем на фракцията на дисперсната фаза. Уравнението показва, че вискозитета на емулсията се определя само от тези два параметъра. Но при работа с металооборудване микродисперсните системи (с малки размери на частиците) често се забелязва по-висок вискозитет, отколкото грубите системи (с по-големи размери частици) при еднаква концентрация на емулсия.

На рис 2 е показана зависимостта на вискозитета от обема (%) на дисперсна фаза, определен по уравнението на Хатчек.

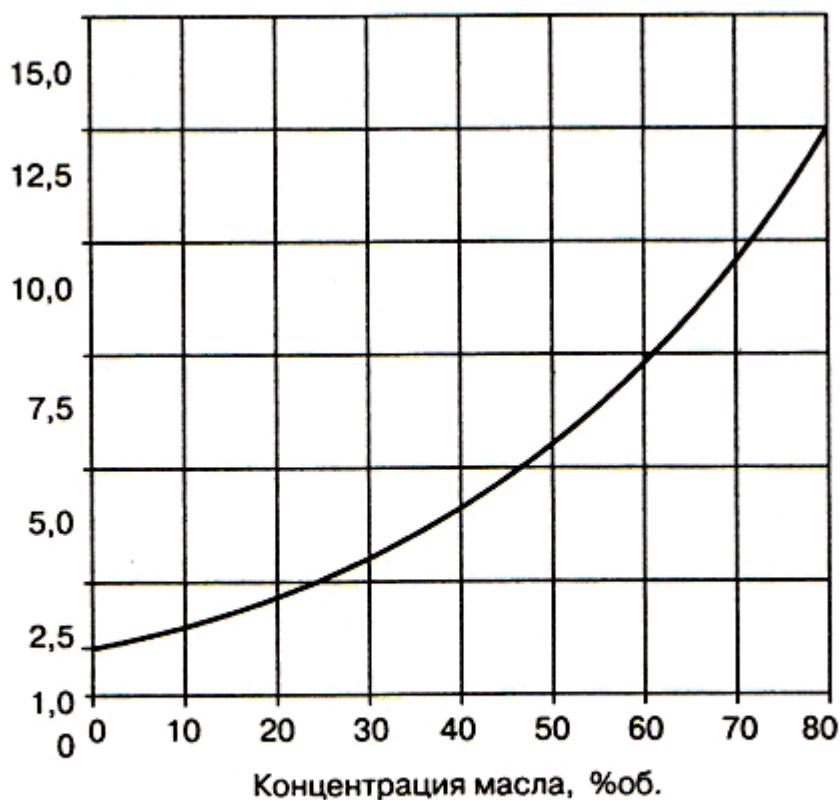


Рис. 2. Зависимост възкости емульсий типа «масло в воде» при 20 °C от объемной доли дисперсной фазы

2.3. Инверсия на фаза, определение на тип емулсия

Инверсията на фазите представлява превръщане на емулсия от тип „масло във вода“ в емулсия тип „вода в масло“ или обратно. При смесване на емулсиите за механична обработка понякога се образува кремообразно вещество, което по принцип се диспергира необратимо. В голяма част от случаите тези кремообразни вещества представляват емулсия тип „вода в масло“ и създават проблеми, когато обратимостта (разлагането) в емулсията тип „масло във вода“ се задържа или предотвратява след стабилизация на калциеви сапуни. Емулсията тип „вода в масло“ може също така да възникване в случай на неправилно смесване на емулсията, когато например вода се добавя в концентрат, а процеса не се реверсира. В определени предели на фазова обратимост много

емулсионни системи зависят от концентрацията. Независимо от възможността да се получи емулсия тип „масло във вода“ с 99% обем на дисперсна фаза, прехода към емулсия „масло във вода“ към емулсия „вода в масло“ често е възможно само при концентрация на масла в предели 70—80% (рис. 3).

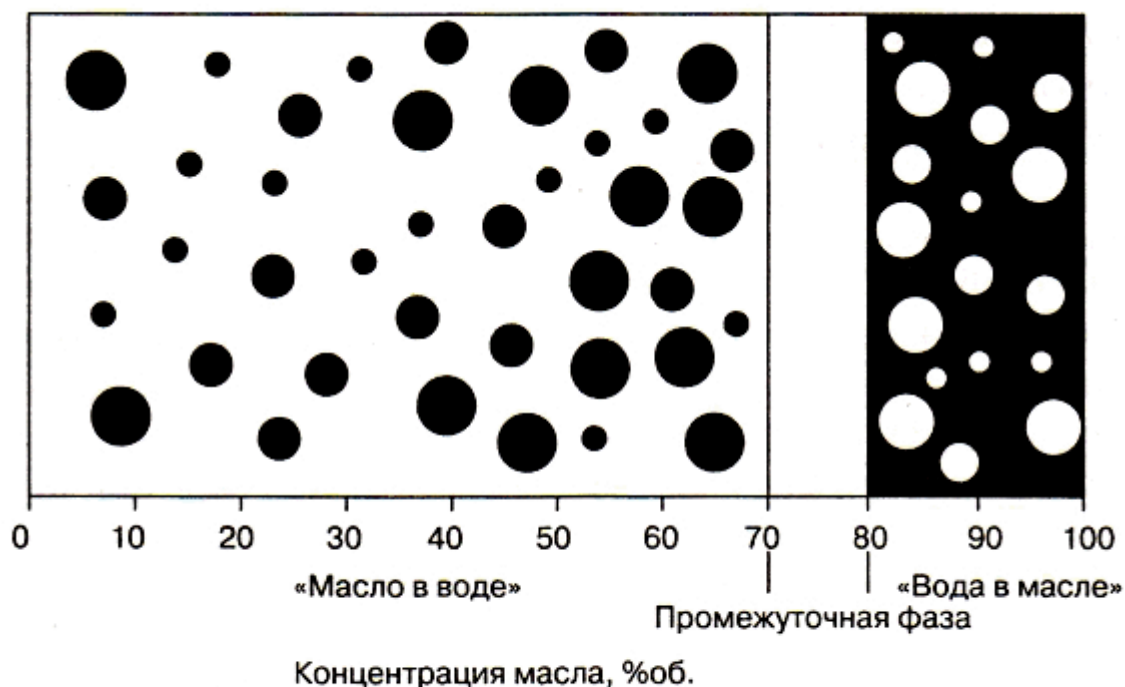


Рис. 3. Зависимость фазовой обратимости дисперсных систем «масло в воде» и «вода в масле» от концентрации масла

Много често е целесъобразно да се определя типа емулсия при работа със системи, близки до преходен диапазон от емулсия „масло във вода“ в емулсия „вода в масло“. Това е важно, например, в случаи на използване на пластични смазки за изтегляне при обработка на листов метал или в случаи на висококонцентрирани емулсии, използвани за изтегляне на тел. Знанието на типа емулсия позволява да се използват по-ефективни мерки за подобряване характеристиките на такива системи. За определяне типа на емулсията съществуват редица методи.

При използване на индикаторен метод за тази цел се използва водоразтворим оцветител (например, син метилен) и мастен и маслоразтворим оцветител (например, судански оцветител). Ако водоразтворимият оцветител проникне в емулсията, то водата се явява външна непрекъсната среда, но ако разтворимия в мазнини оцветител проникне в емулсията, то става въпрос за емулсия тип „вода в масло“, в която маслото встъпва, като външна фаза.

В случай на комплексен метод една капка изпитвана емулсия влиза във вода или масло. Емулсия „масло във вода“ се разпространява на водни повърхности, а емулсия „вода в масло“ се разтапя по повърхността на масло.

Методът на титрование е разработен за емулсии с вискозитетна консистенция, в този случай се наблюдава адсорбция на вода (от емулсия „масло във вода“) или масло (от емулсия „вода в масло“).

Превръщането на емулсия „вода в масло“ в емулсия „масло във вода“ винаги се съпровожда със значителни изменения на електрическата проводимост. Това означава, че за определяне типа на емулсията може също така да се използва измерването на електропроводността. Но в такъв случай е необходимо да се знае електропроводността на конкретен тип емулсии. Към грешни резултати може да доведе също така обогатяването на отработени емулсии с електролит. При използване на метод на филтروална хартия изпитваната емулсия се излива на филтروалната хартия. В емулсиите „масло във вода“, около емулсионното петно, след известно време се образува влажен ръб, докато в емулсии тип „вода в масло“ това не става, а се образува връх от масло или мазнина. Понякога е трудно да се установят различия между тези два типа емулсия. Този метод може да бъде усъвършенстван, ако филтروалната хартия е пропита с разтвор от кобалтов хлорид (ярко розов цвят) със следващо пълно исушаване (ярко син цвят). Вода, отдавана в емулсии тип „масло във

вода”, оцветява синя хартия в розов цвят, което осигурява ясна идентификация.

2.4. Степен диспергиране

Размерът на частиците в дисперсна фаза имат решаващо значение за различните области при използване на емулсиите по няколко причини. От една страна, размера на частиците се явява един от неговите специфични параметри за стабилност на емулсията, а от друга — това е още и един от важните фактори, определящи смазочния ефект на емулсията и следователно има съществено трибологично значение. Степента на разпределение на дисперсната фаза характеризира степента на диспергиране. Високата степен на диспергиране достига при много малко размери частици на дисперсната фаза, а ниската степен на диспергиране има място при диспергиране на относително груби емулсии. Класификация на диапазони с размери на частици е приведена в табл. 6.

Таблица 6. Терминология и класификация на колоидни частици	
Тип колоид	Размер, мкм
Молекулярна дисперсия	< 0,001
Тънки колоидни частици	0,001—0,01
Средни колоидни частици	0,01—0,1
Груби колоидни частици	0,1 — 1
Колоидни частици	0,001 — 1
Микроскопични частици	1 — 1000

Всички микроскопически и колоидни диапазони, упоменати по-горе, са приемливи за металообработка, ако в тях се добавят сапунени разтвори или други системи, не съдържащи неемулгирани масла. Това е показано на примери, приведени в табл. 7.

Таблица 7. Диапазон на размери частици за металообработващи течности	
Нестабилна емулсия за валцуване на тънколистна стомана, пряко използване	> 50 мкм
Полустабилни емулсии за валцуване на тънколистна стомана	10—50 мкм
Типични емулсии за груба обработка, чрез рязане	0,1 — 10 мкм
Типични емулсии за шлайфане (ниско съдържание на минерално масл	0,1-0,01 мкм

Сапунени разтвори с различно предназначение	0,01— 0,001 мкм
---	--------------------

В случай на технически емулсии ние имаме работа не с монодисперсни системи, в които всички частици са с еднакъв размер. Напротив, пред нас са полудисперсни системи с много широки разпределения на частиците по размери. Това може най-добре да се демонстрира, представяйки честотността, като процентно съдържание, делено на диаметъра на частиците. Някои металообработващи емулсии забелязват върховете на частици от един размер, докато други се състоят от частици от няколко диаметъра, което се отразява на няколко максимума на криви (рис. 4).

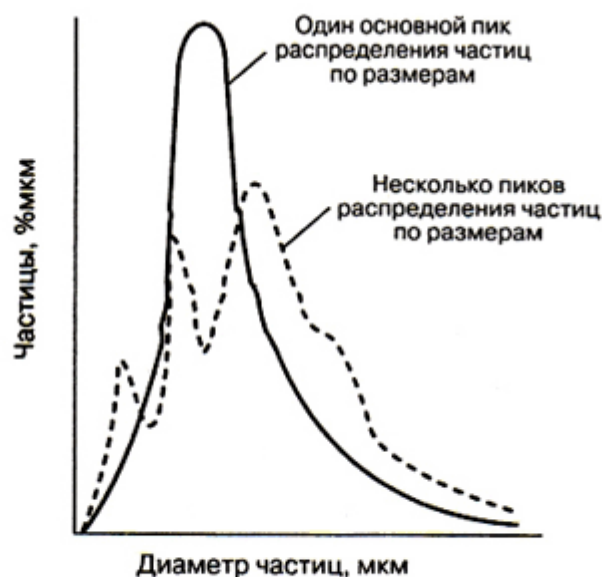


Рис. 4. Распределение частиц по размерам в эмульсиях

Разпределение на капки по размер може да се определи, чрез микроскопически и фотографически методи. Тези способи са обикновени за основи на метода на разсейване на светлина (лазерна дифракция) и електрически методи (брояч на Кодтер). При работа с металообработващи емулсии разпределението по размери на капките в известните системи може да се разчете по измерване на стабилността. Съвременните методи за измерване не са много пригодни за емулсии, използвани в процеси на обработка, чрез рязане с висок процент на частици с размер под 1 мкм, защото те са създадени за емулсии, използвани при валцуване на алуминий иза друго валцуване на заготовки и листов материал.

2.5. Стабилност

Стабилност на емулсията е тясно свързана с размера и разпределението на капките и се явява основен параметър за практическо използване. В тази област физическата стабилност на емулсията трябва да бъде определена независимо от външните влияния на системата. Според Стокс, обратната величина на скорост на подем и отпускане на капките е обратно пропорционална на разликата на плътността между външната и вътрешна фаза и квадрата на радиуса на частиците и пропорционална на вискозитета на външната фаза:

$$1/v = K\eta/[r^2g(d_1 - d_2)]$$

където v — скорост на подем и отпускане; K — константа; η — радиус на капките; g — гравитационна константа; r — радиус на частиците; d_1 — плътност на тежка фаза; d_2 — плътност на лека фаза.

Скоростта на образуване на кремообразен слой в нестабилни емулсии се определя по следната формула:

$$v = 2Kr^2(d_1 - d_2)/9\eta$$

Предприет е опит даже за по-точно определяне стабилността на емулсиите, чрез внасяне на поправка в уравнението на Стокс. Но това няма практическо значение за металообработката.

Независимо от това, че термина „стабилност“ е много сложен по своята природа, от несложното уравнение на Стокс може да се направят няколко извода по отношение разработката и използването на металообработващите емулсии, в частност:

1. Стабилност обратно пропорционална на разликата между плътността на две фази:

$$1/v \sim 1/(d_1 - d_2)$$

Ако маслената фаза се използва за емулсия „масло във вода“ с плътност близка до плътността на вода (например, чрез въвеждане на такива тежки компоненти като хлорирани парафини), то съществува тенденция към по-висока стабилност.

2. Стабилност пряко пропорционална на вискозитета на външната фаза:

$$1/v \sim \eta$$

Използване на високовискозитетни масла или емулсия обикновено води до получаване на по-стабилна емулсия.

3. Стабилност на пряко пропорционална ефективна гравитационна константа:

$$1/v \sim 1/g.$$

Центробежните процеси за разделяне на грубите фракции, например прокатни емулсии или емулсии за обработка, чрез рязане са ефективни в резултат от центробежни сили, които са по-високи в сравнение с гравитационната константа. Тези процеси успешно се използват за отделяне на работещи масла от централни смазочни системи.

Стабилност обратно пропорционална на квадрата на радиуса на частиците:

$$1/v \sim 1/r^2$$

Размерът на частиците е най-голяма роля в стабилността на емулсиите, затова и голяма част от мерките по стабилизация на металообработващите емулсии е насочено на повишаване степента на диспергиране, чрез въвеждане на концентрирани емулгатори.