

SIMCO



امولوسیون کشش سنگین



تهیه کننده : واحد تحقیق و توسعه و آموزش

افزایش عملکرد کشش سنگین آلیاژ آلومینیوم بوسیله امولسیون

خلاصه

مقایسه امولسیون ها و روغن های تمیز در فرایند کشش سنگین آلومینیوم نشان می دهد که تکنولوژی امولسیون ها مزایای عملکردی مفیدتر و همچنین قیمت تمام شده کمتری دارند .

در فرایند کشش سیم و با توجه به نیاز روز افزون آن مواردی مانند افزایش راندمان ، سرعت های بالاتر ، قابلیت اطمینان بیشتر و تولید محصول بدون عیب از فاکتور های اساسی هستند که باعث می شوند تا این فرایند در این اوضاع اقتصادی همچنان بصرفه باقی بماند .

در خصوص هزینه ها و وزن ها باید گفت که به نظر می رسد در ده سال اخیر ، تولید هادی های آلومینیومی بیش از 300 درصد افزایش داشته است . با این حال فرایندهای تولید آن و بخصوص در کشش مفتول ، روش های تولیدی همچنان مطابق گذشته است و تغییراتی را که در تکنولوژی روان کاری صورت گرفته جذب نموده است . این مقاله به این پرسش پاسخ می دهد که شرکت های تولیدی مفتول آلومینیوم چطور می توانند خروجی خود را افزایش دهند .

در حال حاضر برای کشش آلومینیوم ، بیشتر از روغن های تمیز و روان کننده های غیر محلول استفاده می شود و می توان گفت که در بیش از 90 درصد برای فرایند کشش آلومینیوم و آلیاژ آلومینیوم از روغن های تمیز استفاده می گردد . حال اجازه دهید تا کمی این روغن ها را با هم مرور کنیم .

روغن های تمیز

روغن های تمیزی که در فرایند کشش راد آلومینیوم استفاده می شوند طبق استاندارد ASTM D445 ، ویسکوزیته جنبشی¹ در محدوده 100 تا 500 دارند و مقدار دقیق آن بستگی به سازنده و فرمولاسیون آن دارد . برای کشش متوسط و فاین نیز از روغن های با ویسکوزیته جنبشی پایین تر و در محدوده 30 تا 100 استفاده می گردد .

اغلب روغن های مورد استفاده در کشش آلومینیوم در فرمولاسیون از یک یا چند روغن پایه استفاده می کنند که دارای سولفور کم و مقاومت بالا در مقابل اکسیداسیون هستند . به این روغن پایه افزودنی های نرم کننده مانند EP و افزودنی های آنتی اکسیدانت اضافه می گردد . انتخاب این افزودنی ها بستگی به متخصصین شیمی دارد و بیش از هزاران نوع آن مورد استفاده قرار می گیرد .

زمانیکه روغن های تمیز استفاده می گردد مانند هر فرایند کشش سیم ، از آن انتظار می رود تا هم در روانکاری و هم خنک کاری ایفای نقش کند (روانکاری سطح دای و سیم و همچنین خارج کردن گرمای ایجاد شده در فرایند کشش) . شکل 1 مشخصات مورد نیاز از روان کننده های کشش را نشان می دهد که عبارتند از : روان کنندگی ، خنک کنندگی ، پیشگیری از خوردگی سطح دای و کپستن ، محافظت از مفتول کشیده شده ، محافظت از دستگاه ، تامین یک سطح خروجی خوب برای مفتول ، تمیز نگه داشتن ماشین ، کاهش هزینه ها و کاهش مصرف انرژی.

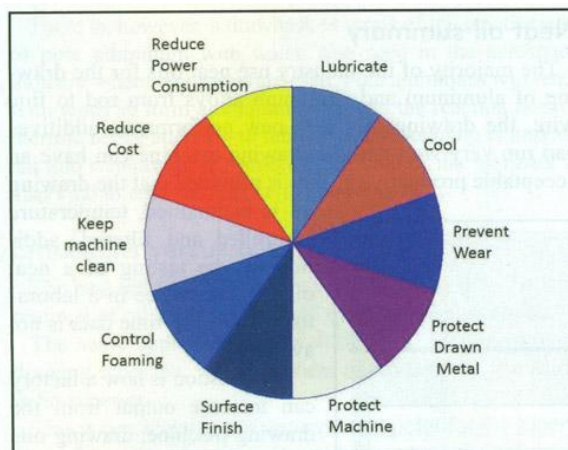


Fig. 1. Desirable properties of a drawing lubricant.

در روغن های کشش آلومینیوم ، زمان زیادی مورد نیاز است تا آنها بوسیله اکسید آلومینیوم آلوده شوند . اما این روغن ها می توانند توسط رطوبت و یا هر نوع آب موجود ناشی از نشتی و یا هر روش دیگر نیز آلوده شوند . این قطرات می توانند باعث ساییدگی سطح دای و کپستن شوند و طول عمر آنها را کاهش دهند و همچنین به دلیل خوردگی دای ها بر روی کیفیت سطح مفتول نازک شده خروجی نیز تاثیر مخرب داشته باشند . علاوه بر این حضور این قطرات در روغن کشش می تواند عکس العمل هایی را در روانکاری نیز به همراه داشته باشد و باعث تشکیل صابون آلومینیوم² شود و رنگ روغن کشش را سیاه کند و در حالتی که شدیداً آغشته شده باشد خصوصیات تیکسوتروپ³ از خود نمایش دهد .

شکل 2 روغن کشش خالص را در مقابل روغن حاوی صابون آلومینیوم و قطرات آب را نشان می دهد . دمای کار و کنترل دمایی روغن کشش مفتول آلومینیوم ، تاثیر مستقیمی بر روی عملکرد آن دارد . حال آنکه در قسمت هایی از روغن که صابون آلومینیوم زیادی تشکیل شده است می تواند ویسکوزیته روغن را نیز تغییر دهد و در نتیجه نحوه روان کاری و خنک کاری آن نیز تغییر خواهد کرد .



Fig. 2. A pure drawing oil, 1, and one contaminated with aluminium soaps and fines.

افزایش ویسکوزیته روغن و یا غلیظ شدن آن ناشی از³ فاکتور مهم است :

- تاثیر تکه های کوچک آلومینیوم در روانکاری و ایجاد صابون آلومینیوم : که این اثر با افزایش دما به شدت افزایش می یابد . در نتیجه با بالا رفتن دمای روغن کشش ، سرعت عکس العمل ها افزایش می یابد .
- آلودگی روغن کشش توسط قطعات کوچک آلومینیوم جدا شده از سطح مفتول : قطعات بزرگ تر توسط فیلتر ها دفع می گردند و در نتیجه تاثیر کمی بر روی ویسکوزیته دارند . اما قطعات ریز به صورت معلق باقی می ماندند و توسط تاثیرات تیکسوتروپیک باعث افزایش ویسکوزیته می شوند .
- اکسیداسیون روغن ، که ناشی از تاثیر روغن و یا اجزاء خاص آن است . دما می تواند این اثر را نیز افزایش دهد . بخصوص وقتی دمای روغن بیش از 50 درجه سانتیگراد باشد این تاثیر شدیدتر خواهد بود .

تأثیر آلودگی های ناشی از آب

اثرات ناشی از آلودگی های آب هم گران هستند و هم شدید. در روانکاری، رطوبت می تواند مشکلات زیادی را بر روی دای کشش و یا مفتول نازک شده ایجاد نماید. شکل 3 مفتولی را نشان می دهد که قطرات آب موجود در روغن بر روی دای چکه کرده است.

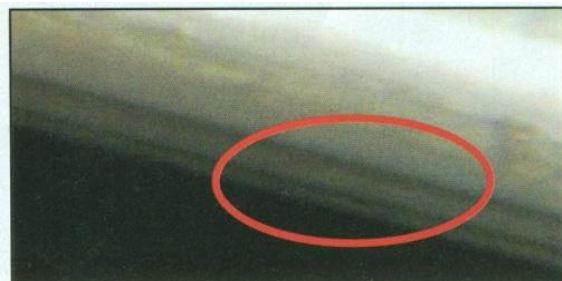


Fig. 3. Wire scoring from the contamination of a drawing oil with water droplets into the die.

الزامات فنی برای نگهداری روغن کشش آلومینیوم

- سرویس و نگهداری فنی روغن های کشش آلومینیوم نشان می دهد که شرایط کلی و مناسب جهت استفاده مداوم به شرح زیر است:
- انجام تست های تحلیلی بر روی: ظاهر، ویسکوزیته جنبشی در دمای 40 درجه، چگالی، میزان اسیدی بر حسب mgKOH/g ، میزان رطوبت بر حسب ppm ، میزان خاکستر و درصد دقیق آلومینیوم و اکسید آلومینیوم. هر یک از این تست ها در جای خود مهم است و مجموع آنها مشخص می کند که آیا شرایط سیستم روان کاری برای استفاده مداوم مناسب خواهد بود یا نه.
 - ظاهر: این مورد چک کردن اولیه ظاهری روغن است و شامل مواردی مانند مشاهده رنگ، بو، آلودگی روغن با تکه های آلومینیوم و سایز این تکه ها می باشد.
 - ویسکوزیته جنبشی: این اندازه گیری بدلیل بررسی میزان افزایش تکه های آلومینیوم و یا صابون آلومینیوم داخل روغن انجام می گردد.
 - چگالی: این عدد برای اندازه گیری ویسکوزیته توسط دستگاه دورانی اندازه گیر ویسکوزیته بر حسب واحد سانتی پویس⁴، مورد نیاز است و در آن توسط S.G و بر استاندارد و گرید روغن، مقدار اندازه گیری شده به این واحد تبدیل می گردد.
 - میزان اسیدی: درجه اکسیداسیون که در روغن کشش و بخصوص در افزودنی های آن رخ داده را نمایش می دهد.
 - میزان رطوبت: توسط روش کارل فیشر⁵ اندازه گیری می شود. این مقدار بسیار مهم است زیرا رطوبت سریعاً بر روی عملکرد روغن تأثیر می گذارد. این رطوبت بوسیله حرارت دای تبخیر شده و بین مفتول و دای یک ناحیه گاز فشرده ایجاد می کند. احتمال اتصال بین سطوح را افزایش می دهد و باعث ساییدگی شدید دای و خط افتادن بر روی مفتول می گردد و در حالت شدید خط تولید را متوقف خواهد کرد.
 - میزان خاکستر: این عدد میزان تکه های آلومینیوم و اکسید را که در سیستم سیرکوله می شوند را نمایش می دهد. این مورد تأثیر چشمگیری در ویسکوزیته جنبشی دارد و همچنین می تواند باعث ساییده شدن دای و کپستن گردد.

زمانیکه یک مشتری نمونه ای از روغن را ارسال می کند تمامی این تست ها به صورت تست روتین بر روی آن انجام می گردد . تناوب انجام این تست ها به صورت ماهیانه و سه ماهه تا سالیانه می باشد و بستگی به مشتری و شرایط سیستم روغن کشش دارد .

فیلتراسیون روغن تمیز

دمای روغن تمیز کشش آلومینیوم را می توان کنترل کرد و همچنین اکسیدها ، آلومینیوم ، خرده سنگ ها ، صابون و رطوبت آن را فیلتر کرد . روشهای زیادی برای فیلتراسیون وجود دارد و همچنین انواع زیادی از تجهیزات آن نیز در بازار موجود است که هر کدام قیمت ، راندمان و شرایط سرویس و نگهداری متفاوتی دارند . بهترین سیستم برای فیلتراسیون روغن کشش آلومینیوم سانتریفیوژ است . یک سانتریفیوژ ساده و ارزان قیمت با سرعت بالا و اندازه 3 تا 5 میکرون می تواند صابون ، تکه های آلومینیوم و رطوبت را از روغن کشش دفع کند و نگهداری مناسب آن ، روغن را در شرایط مطلوب قرار داده و باعث افزایش طول عمر آن گردد .

خلاصه وضعیت روغن های پاک

اکثر صنایع در کشش آلومینیوم و آلیاژ آلومینیوم از سایز کشش راد تا کشش فاین از روغن های پاک استفاده می کنند. روغن های کشش می توانند با افزودنی های جدید به خوبی استفاده گردند و دستگاه کشش می تواند تولید مطلوبی را داشته باشد . همچنین در صورت انجام سرویس ، کنترل دما ، فیلتراسیون انجام تست بر روی روغن در آزمایشگاه می توان آن را در شرایط مطلوبی قرار داد .

حال سؤال اینجاست که شرکت ها چطور می توانند محصول خروجی دستگاه های کشش را افزایش دهند . روغن های کشش عملکرد خوبی دارند اما باعث محدود شدن افزایش سرعت تولید می شوند و مستعد آلوده شدن هستند . بنابراین صنعت تولید سیم نیاز دارد تا به سمت جلو حرکت کند و پذیرای تکنولوژی های جدید امولسیون باشد تا بتواند تولید آن را بهبود دهد .

امولسیون های روغن محلول

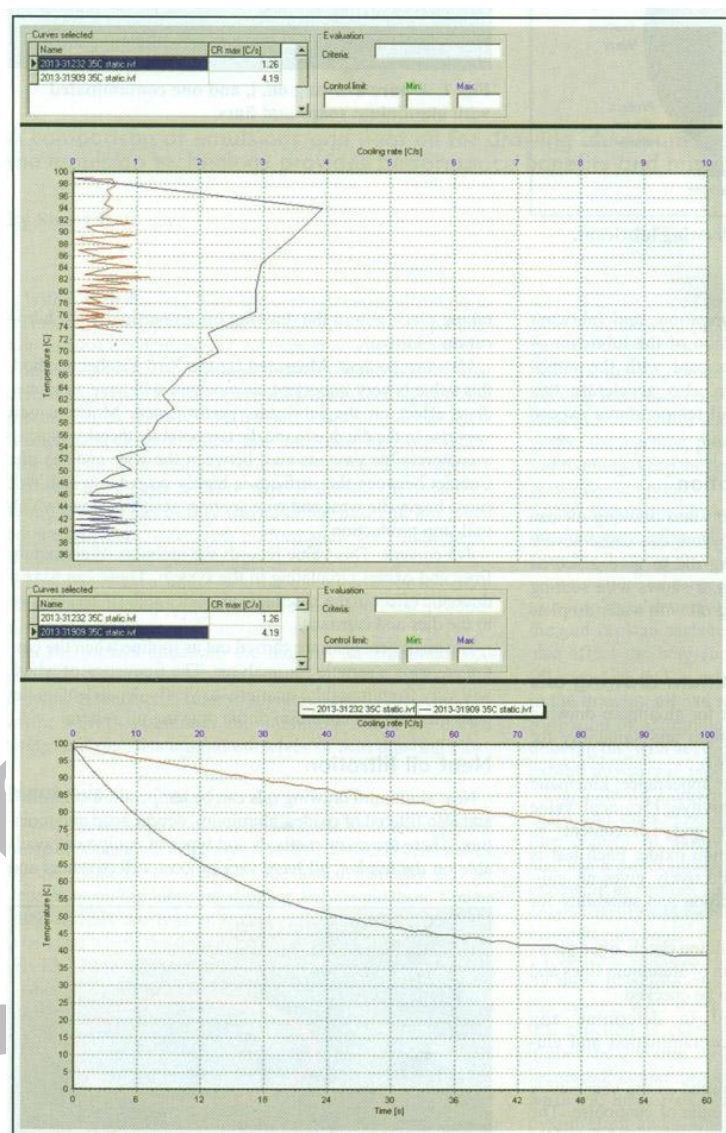
استفاده از امولسیون های روغن محلول در کشش آلومینیوم یک تکنولوژی جدید نیست . اما با انواع جدید افزودنی ها و کارایی آن می توان با استفاده از این امولسیون در روغن کشش ، مزایای قابل توجهی را بدست آورد . هم برای آلومینیوم و هم برای آلیاژ آلومینیوم از سایز مفتول راد تا مفتول سوپر فاین می توان از امولسیون استفاده کرد .

مزایای استفاده از امولسیون به جای روغن های تمیز به شرح زیر است

- هزینه خرید و سرمایه گذاری پایین تر نسبت به روغن تمیز
- افزایش بهره وری دستگاه کشش سیم
- افزایش سرعت خط
- تمیزتر بودن مفتول ، دستگاه و سیستم
- بیشتر قابل قبول بودن توسط اپراتور
- بهبود دفع حرارت
- کنترل بهتر روان کاری
- افزایش عمر مفید دای و بهبود کیفیت سطح نهایی مفتول
- کاهش ضایعات
- کاهش هزینه های عملیاتی
- هزینه دفع خیلی پایین تر
- نگهداری ساده
- فیلتراسیون ساده

• کنترل دمایی ساده

با این حال استفاده کردن از امولسیون در مواقعی اشکالاتی نیز ایجاد می کند که مربوط به واکنش آلومینیوم خالص با آب است و همچنین در صنایع فضا پیمایی نیز اشکالاتی دیده شده است . آلومینیوم خالص با آب واکنش انجام می دهد و اکسید آلومینیوم تشکیل می دهد . این واکنش گرماده است ، بنابراین باید به کنترل روان کاری و مونیتورینگ فرایند توجه ویژه ای داشت .



Figs. 4 (above) and 5 (below). Comparison of cooling rates of neat drawing oil to an emulsion, evaluating the cooling performance from 100°C to approximately 40°C.

مقایسه امولسیون با روغن

دفع حرارت توسط امولسیون بهتر از روغن است . در عمل این مسئله بسیار مهم و قابل توجه است که امولسیون میتواند نسبت به روغن با سرعتی بیش از 3 برابر ، حرارت را دفع نماید . این مسئله می تواند از دای حفاظت کند و کیفیت سطح نهایی مفتول خروجی را بهبود دهد .

شکل 4 و 5 نرخ خنک کنندگی روغن تمیز را در مقایسه با امولسیون نشان می دهد که در آن ارزیابی در محدوده دمایی 40 تا 100 درجه انجام شده است. نتایج نشان می دهد که امولسیون (خط آبی) نسبت به روغن (خط قرمز) نرخ خنک کنندگی بهتری دارد.

عملکرد دستگاه کشش

مشتریان اعلام کرده اند که توانایی امولسیون برای کشش سنگین هم آلومینیوم و هم مس باعث شده تا محصول خروجی دستگاه افزایش یابد، سطح سیم و سیستم تمیزتر باشند، طول عمر دای را افزایش داده و کیفیت سطح سیم خروجی بهبود یافته است.

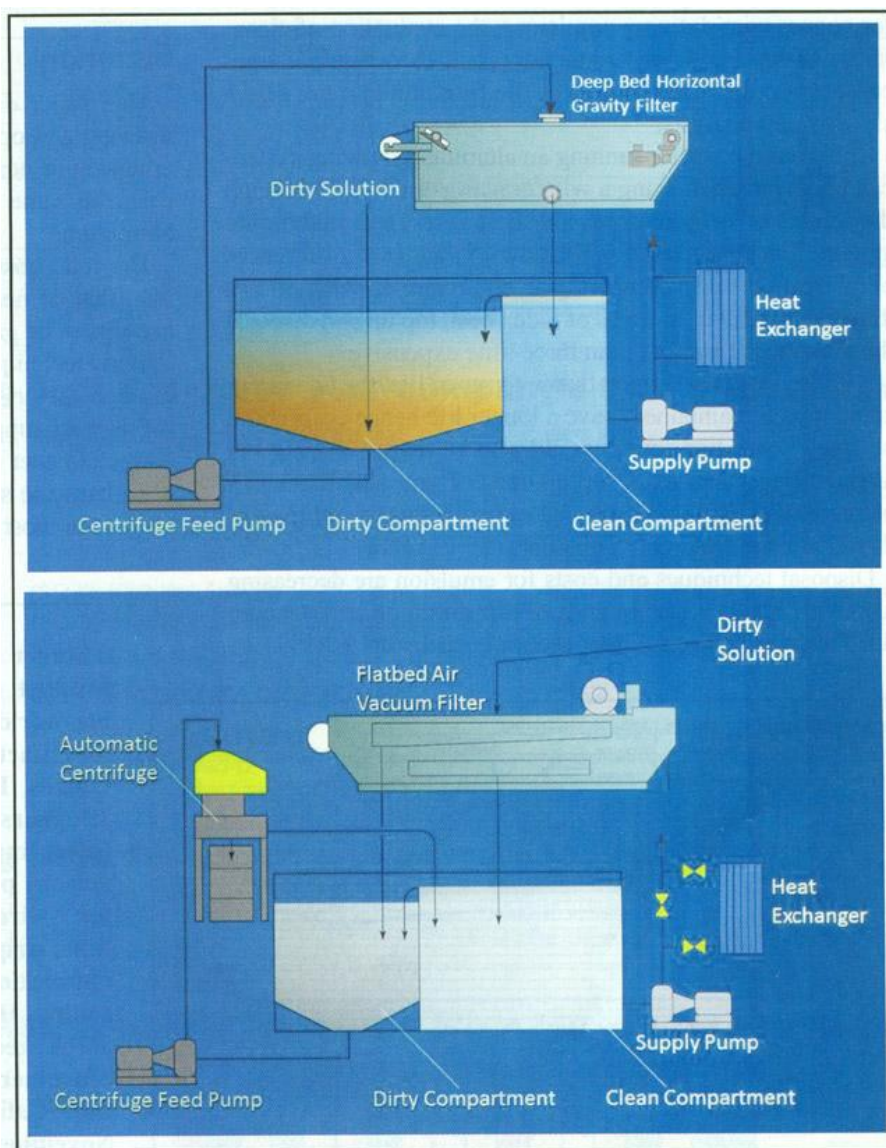
در اینجا نویسنده دو مرجع را برای نمونه اعلام می نماید.

- یک مشتری که از یک نوع امولسیون ثابت هم برای مس و هم برای آلومینیوم (سری 1350 و 8000) استفاده نمود. امولسیون استفاده شده با غلظت 10 تا 12 درصد بود. از یک مخزن امولسیون، دو دستگاه کشش به صورت همزمان استفاده می کردند که این مخزن دارای فیلتراسیون بود و دای های مورد استفاده نیز PCD بودند. سیستم فیلتراسیون و کنترل امولسیون جهت دستیابی به حداکثر مزایای الزامی است. نوشته مشتری: از یک غلظت یکسان جهت کشش سنگین مس و آلومینیوم استفاده گردید. طول عمر دای خوب است و سیستم به صورت تمیز در حال بهره برداری است.
 - یک سیستم کشش راد دوتایی⁶ با غلظت 12 درصد برای کشش آلومینیوم سری 1350 و 8000 راه اندازی گردید که در آن دای ها از نوع PCD بودند. امولسیون کشش به یک سیستم فیلتراسیون عالی متصل بود که می تواند برای تمامی سرعت های خروجی، کیفیت مناسبی ارائه دهد.
- در هر دو مورد، خلاصه اینکه استفاده از یک امولسیون ثابت و غلظت ثابت 12 درصد هم برای مس و هم آلومینیوم مناسب است و حتی نیازی نیست برای کشش آلیاژ آلومینیوم از غلظت بالاتر استفاده نمود. دیگر اینکه فیلتراسیون و کنترل کردن فاکتورهای کلیدی هستند.

مونیتور کردن و کنترل کردن

یک روغن محلول که در کشش سیم استفاده می گردد افزودنی هایی از نوع شیمیایی به آن اضافه می شود که عبارتند از: روغن های معدنی، روغن های پایه خالص مقاوم در برابر اکسیداسیون و با کیفیت بالا، مایه امولسیون، افزودنی های پاک کننده فعال⁷، عامل های فعال اتصال دهنده⁸، بازدارنده های خوردگی، افزودنی های روان کننده، افزودنی های فشار بالا، باکتری کش ها، آفت کش ها و قارچ کش ها، آنتی فوم ها و آب

در صفحات قبل نویسنده اعلام کرده بود که برای استفاده کننده ها مهم است تا درک کنند که امولسیون های محلول کشش کدامند، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن را بشناسد. در این حالت قادر خواهد بود تا مزایای استفاده از امولسیون را بهتر مدیریت کند. به همین دلیل مواردی که باید در آنها احتیاط گردد نیز باید دیده شود.



Figs. 6 and 7. Examples of high-performance filtration systems for aluminum wiredrawing emulsions. Charts courtesy of Filtertech.

مدیریت امولسیون (کنترل و قیمت)

امولسیون کشش سیم آلومینیومی همانند مس باید به طور موثری فیلتر گردد. این کار با حذف تکه های کوچک از سیستم باعث افزایش کارایی فرایند می گردد. در امولسیون آلومینیوم بهتر است تا از دو سیستم سانتریفیوژ و همچنین فیلتراسیون کاغذی استفاده گردد. سیستم سومی نیز از نوع فیلتراسیون خلا می تواند جهت حذف تکه های با وزن سبک در نظر گرفته شود.

شکل 6 و 7 نشان می دهد که سیستم فیلتراسیون در امولسیون کشش سیم آلومینیومی بهتر است. امولسیون کشش سیم آلومینیومی باید به طور متناوب مونیتورینگ و کنترل گردد. تست های مورد نیاز عبارتند از: ظاهر، بو، غلظت، pH، رسانایی، تحلیل های میکروبی، بررسی موثر سایش و تمیز بودن سیستم.

تست ها و روش ها، برای امولسیون کشش سیم مسی نیز مشابه آلومینیوم است و با آن تفاوتی ندارد. برای ارزیابی تمیزی سیستم بسیار مهم است که میزان تکه های معلق در امولسیون و بازدهی سیستم فیلتراسیون مشخص گردد. شکل 8 روند تحلیل را نشان می دهد.

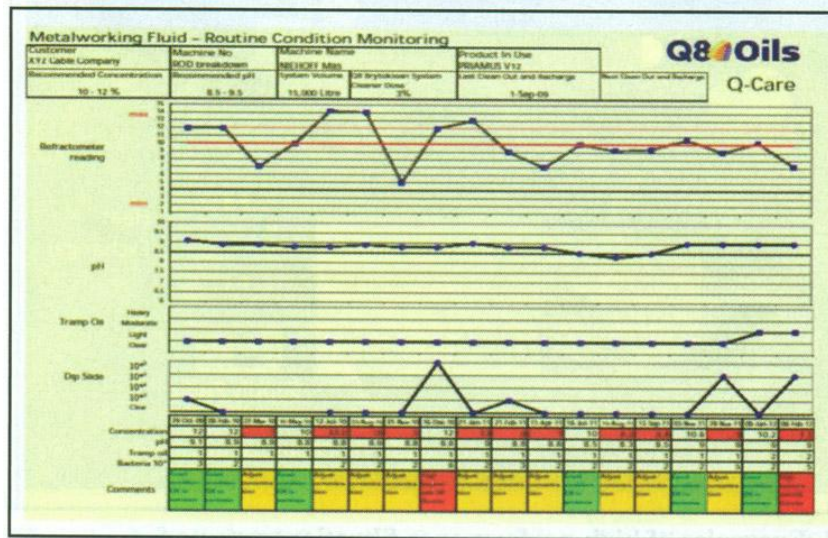


Fig. 8. Trend analysis.

قیمت تمام شده برای راه اندازی سیستم کشش سیم آلومینیومی برای امولسیون پایین تر است. در حالیکه در سیستم های با روغن های محلول با اینکه وسایل جانبی کمتری نیاز دادند هزینه تمام شده آن بالاتر است. جدول شکل 9 اختلاف زیاد هزینه های روان کاری سیم آلومینیومی را با استفاده از روغن و امولسیون نشان می دهد. با در نظر گرفتن شاخص هزینه ، هزینه سربار و دفع ضایعات ، هزینه مورد نیاز روغن ها بیش از 3 برابر امولسیون است.

20,000 Litre System	
Neat Oil	Cost
20KL @ Index 2.00	40,000
Top Up, 10%, 2KL	4,000
Disposal, index 120 per ton	2,400
TOTAL	46,400
Emulsion	Cost
12%, 20KL, 2.4KL @ Index 3.00	7,200
Max Top Up 2.4KL	7,200
Disposal, index 40/MT	800
TOTAL	15,200

Fig. 9. Lubricant cost differences between oil and emulsions.

البته این نکته درست است که اگر روغن به خوبی نگهداری گردد می تواند عمر طولانی تری داشته باشد اما هزینه های سربار روغن کهنه بیشتر است. در نهایت نیز به دلیل وجود افزودنی ها و همچنین تکه ها و آلودگی های موجود در روغن ، هزینه دفع آن نیز بیشتر است.

اگر از سیستم های فیلتراسیون خیلی پیشرفته و تقطیر خلا استفاده گردد ، قیمت و روش های دفع در امولسیون باز هم کاهش می یابد و حتی می تواند باعث کاهش تا 85 درصد باشد.

جمع بندی

موضوع این مقاله ، حق انتخاب های استفاده کنندگان در صنعت کشش سیم آلومینیوم بوده و اختلاف بین روغن های پاک و امولسیون را در کشش راد آلومینیوم بیان نمود . در برخی موارد نیز ترکیباتی را که هم برای مس و هم برای آلومینیوم مناسب می باشد اعلام گردید . بر این اساس هزینه تمام شده این فرایند با استفاده از امولسیون پایین تر از روغن های پاک است و مزایای کاربردی چشمگیری نسبت به آن دارد .

زمانی که پرسنل شرکت ها عوض می شوند تکنیک ها و تجربیات زیادی از شرکت ها از دست خواهد رفت . شرایط لازم برای تولید کننده تا از مصرف کننده حمایت کند و همچنین صرفه جویی در هزینه ها همیشه مهمترین مسائل بوده اند . شاید روان کاری کشش سیم کمترین هزینه در بین فرایندها باشد اما باز هم یکی از فرایندهای بسیار تاثیرگذار است .

لغات کلیدی :

- [1] . Kinematic viscosity
- [2] . Aluminum soap
- [3] . Thixotropic properties
- [4] . Centipoise
- [5] . Carl Fischer
- [6] . Twin-rod system
- [7] . Surfactant detergency additive
- [8] . Surfactant coupling agent

منبع :

- [1] . Stuart Duff , “How to increase the performance of aluminum alloy rod drawing by using emulsions” , Wire Journal, may 2014, page 54-58

تهیه کننده :

واحد تحقیق و توسعه شرکت سیمکو