

إرشادات عن أفضل التقنيات المتاحة وأفضل
الممارسات البيئية لاستخدام حامض سلفونيك
البيرفلورو أوكتان والمواد الكيميائية ذات
الصلة المدرجة في إطار اتفاقية ستوكهولم
بشأن الملوثات العضوية الثابتة

مسودة

يوليو 2012



unitar

United Nations Institute for Training and Research



Stockholm Convention



UNEP

إخلاء المسؤولية

الأراء الواردة في هذا المنشور لا تعبر بالضرورة عن آراء الأمانة العامة لاتفاقية ستوكهولم(SSC)، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، ومنظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (UNIDO)، ومعهد الأمم المتحدة للتدريب والبحث (UNITAR)، ومنظمة الأمم المتحدة (UN) أو المنظمات الأخرى المساهمة. وعلى هذا، فإن كل من الأمانة العامة لاتفاقية ستوكهولم، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ومنظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية، ومعهد الأمم المتحدة للتدريب والبحث أو منظمة الأمم المتحدة لا تتحمل المسؤولية عن دقة أو اكتمال محتويات هذا المنشور وليست مسؤولة عن أي خسارة أو ضرر قد يكون سببها، سواء بشكل مباشر أو غير مباشر، من خلال الاستخدام أو الاعتماد على محتويات هذا المنشور.

جدول المحتويات

قائمة الأشكال

الاختصارات والأحرف الأولى للكلمات

10	1. المقدمة
10	1.1. الغرض
10	2.1. هيكل واستخدام هذه الوثيقة
10	3.1. حمض السلفونيك المشبع وأملاحه، وفلوريد السلفونيل المشبع بالفلور أوكتين
10	1.3.1. المواد الكيميائية المدرجة في الجزء الثالث من المرفق (ب) من الاتفاقية
11	2.3.1. الخصائص
11	3.3.1. المخاطر
11	4.3.1. الإنتاج والاستخدامات
13	2. عملية وصف الكيمياء الحالية والبديلة والعمليات
13	1.2. المواد المطلية والمشربة
13	1.1.2. مقدمة
16	2.1.2. المنسوجات والورق والجلود
20	3.1.2. السجاد
20	4.1.2. الورق والتغليف
21	2.2. المبيدات الحشرية
21	1.2.2. المقدمة
21	2.2.2. المبيدات الحالية لمكافحة النمل الناري الأحمر والنمل الأبيض
22	3.2.2. المواد ذات الصلة بحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والمبيدات البديلة لمكافحة النمل القاطع للأوراق
22	3.2. سوانل الطيران الهيدروليكية
22	1.3.2. حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والكيمياء البديلة

23	4.2	رغاوي (فوم) مكافحة الحريق
23	1.4.2	عمليات التشطيب
23	2.4.2	أنواع الرغاوي
25	3.4.2	اختيار الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة
25	5.2	عمليات الطلاء المعدني الصلب والزخرفي
25	1.5.2	حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والكيماويات البديلة
26	2.5.2	الطلاء الكهربائي للبلاستيك
26	3.5.2	منتجات المطاط والبلاستيك
26	6.2	إنتاج النفط والغاز المستحث كيميائياً
26	1.6.2	حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والكيماويات البديلة
27	7.2	صناعة الإلكترونيات
27	1.7.2	حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والكيماويات البديلة
28	2.7.2	صناعة أشباه الموصلات
32	3.7.2	صناعة التصوير الضوئي
33	3.	مبادئ أفضل التقنيات المتاحة/أفضل الممارسات البيئية في إدارة المواد الكيميائية لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان
33	1.3	المعايير العامة لأفضل التقنيات المتاحة/أفضل الممارسات البيئية
33	1.1.3	التخزين والتداول والجرعات، والتوزيع والنقل لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان
33	2.1.3	تحسين معرفة المواد الخام المستخدمة
34	3.1.3	تقليل / تعظيم الاستفادة من المواد الكيميائية المستخدمة
34	4.1.3	المعدات
35	5.1.3	الملخص
35	2.3	إدارة المياه، والغازات المنبعثة (غازات العادم) وإدارة النفايات الصلبة
36	3.3	تناول ومعرفة تدفق النفايات
36	1.3.3	إجراءات ما قبل قبول

37	2.3.3	إجراءات القبول
38	3.3.3	إجراءات أخذ العينات
39	4.3.3	مرفق (منشأة) الاستقبال
39	4.3	الصحة المهنية وإجراءات السلامة
40	1.4.3	احتياطات التعامل مع حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان
40	2.4.3	الحماية الخاصة والشخصية: حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان
41	3.4.3	إجراءات الإسعافات الأولية
41	4	إجراءات أفضل التقنيات المتاحة/أفضل الممارسات البيئية الخاصة وفقا لفئة العملية
41	1.4	المواد المظلمة والمشرية
42	1.1.4	تقليل/تعظيم الاستفادة من المواد الكيميائية المستخدمة
42	2.1.4	استخدام التشطيب بالمواد الكاره للماء في المنسوجات ولوازم التنجيد
44	2.4	المبيدات الحشرية
45	3.4	رغاوى مكافحة الحريق
46	1.3.4	إدارة الحصر
46	2.3.4	التدريب على الرغاوي
46	3.3.4	منع الانبعاثات غير المقصودة
48	4.3.4	الاستجابة (التعامل) للانبعاث
49	5.3.4	إدارة المواد (النفايات) المتبقية
50	4.4	عملية الطلاء المعدني الصلب والزخرفي
51	1.4.4	الكتروليدات (الشوارد) الكروم السادس في الطلاء المعدني الصلب والزخرفي
52	2.4.4	الطلاء الكهربائي للبلاستيك
52	3.4.4	مزيد من أنظمة الطلاء الكهربائي
52	4.4.4	تدابير التفادي أو الحد من انبعاثات حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في البيئة
54	5.4.4	إزالة حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان من مياه الصرف

56	6.4.4. حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والكيمياء البديلة
58	5.4. إنتاج النفط والغاز المستحث كيميائيا
58	1.5.4. إجراءات تحفيز الآبار
59	6.4. صناعة أشباه الموصلات
60	1.6.4. استعادة التسرب
60	2.6.4. تخزين المنتجات المحتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان
60	3.6.4. الإشارة إلى موقع التخزين
60	4.6.4. النقل
60	5.6.4. إعادة الملء (إعادة التعبئة)
61	6.6.4. تدابير للمعدات التي تستخدم حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان
62	7.6.4. تدابير للتعامل مع التسرب من حاويات تخزين حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان أو عند إعادة التعبئة
62	8.6.4. تأكيد انطلاق (انبعاث) كميات من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان
63	7.4. صناعة التصوير الضوئي
63	1.7.4. التدابير المتعلقة بعمل التحميض في التصوير الفوتوغرافي
63	5. الإرشادات/المبادئ الإرشادية بشأن أفضل الممارسات البيئية
64	1.5. نظم الإدارة البيئية
65	2.5. اعتبارات إضافية لنظم الإدارة البيئية
65	3.5. التعليم والتدريب الخاص بالموظفين
66	4.5. الاعتبارات الصناعية
67	

قائمة الأشكال

- شكل 1.2. المبدأ العام لعملية العلاج بالوسادة الجافة (IPPC, 2003) 18
- شكل 2.2. استخدام حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في سلسلة صناعة الإلكترونيات. 28
- شكل 3.2. الخطوات المختلفة في تصنيع أشباه الموصلات عندما يتم استخدام حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان كمادة وسيطة. 29
- شكل 4.2. وصف الاستخدامات الدقيقة المقاومة للضوء لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والمواد ذات الصلة به في عمليات (عمليات الطباعة الحجرية التصويرية) الطباعة الليثوجرافيا الضوئية. 30
- شكل 5.2. وصف الاستخدامات الدقيقة للطلاء المضاد للانعكاس لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والمواد ذات الصلة به في عمليات الطباعة الحجرية التصويرية. 31
- شكل 1.4: الحاجز الرغوي على سطح حمام الكروم 51
- شكل 2.4: الحلقة المغلقة في الطلاء بالكروم (Hauser, 2011) 54
- شكل 3.4: هندسة العمليات والنظم للطلاء بالكروم على بلاستيكيات الأكريلونيتريل بوتادين ستايرين (Schwarz, 2011). 55

الاختصارات والأحرف الأولى للكلمات

الأكريلونيتريل بوتادين ستايرين	ABS
الرهاوي (الفوم) التي تكون طبقة مائية رقيقة	AFFF
ألكيل فينول الايثوكسيلات	APEO
الرهاوي المقاومة للكحول والتي تكون طبقة مائية رقيقة	AR-AFF
الطلاء المضاد للانعكاس	ARC
الرهاوي البروتينية الفلورية المقاومة للكحول والتي تكون طبقة رقيقة	AR-FFFF
الرهاوي البروتينية الفلورية المقاومة للكحول والتي تكون طبقة رقيقة	AR-FP
طلاء القاع المضاد للانعكاس	BARC
أفضل التقنيات المتاحة	BAT
أفضل الممارسات البيئية	BEP
(استهلاك) الطلب البيوكيميائي علي الأكسجين خلال خمسة أيام	BOD ₅
برميل في الدقيقة	BPM
الوثيقة المرجعية لأفضل التقنيات المتاحة	BREF
الجهاز مزدوج الشحن (تكنولوجيا لالتقاط الصور الرقمية)	CCD
التركيز الحرج لتجمع للميسيلات (التجمعات الغروية)	CMC
الطلب الكيميائي علي الأكسجين	COD
مؤتمر الأطراف المشاركة	COP
الأشعة فوق البنفسجي العميقة	DUV
طارد الماء شديد التحمل	DWR
الفلورة الكهروكيميائية	ECF
نظم الإدارة البيئية	EMS
رابع فلوريد إثلين الإثلين	ETFE
ن - إيثيل بيرفلوروكتان السلفوناميد (السلفراميد)	EtFOSA
الرهاوي البروتينية الفلورية التي تكون طبقة رقيقة	FFFF
ن - ألكيل بيرفلوروكتان السلفوناميد	FOSA

ن - ألكيل بيرفلوروكتان سلفوناميد الإيثانول	FOSE
الرغاوي البروتينية الفلورية	FP
حاوية السوائب الوسيطة	IBC
المعهد الوطني لتجهيز العبوات الفارغة	INPEV
شاشة العرض البلوري السائل	LCD
صحيفة بيانات سلامة المواد	MSDS
الثبات، التراكم الحيوي والسمية	PBT
سلفونات الألكيل المشبعة بالفلور	PFAS
سلفونات البيرفلوروبوتان	PFBS
المركبات الكيميائية المشبعة بالفلور	PFC
حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان	PFOS
حامض السلفونات المشبع بالفلور اوكتان	PFOSA
فلوريد السلفونيل المشبع بالفلور اوكتان	PFOSF
لجنة مراجعة الملوثات العضوية الثابتة	POPRC
الملوثات العضوية الثابتة	POPs
معدات الحماية الشخصية	PPE
الترسيب البخاري الطبيعي (الفيزيقي)	PVD
البحث والتطوير	R&D
المعالجة السطحية للمعادن والبلاستيك	STMP
الطلاء العلوي المضاد للانعكاس	TARC
رابع هيدروجين حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان	THPFOS
قيمة الحد العتبية	TLV
برنامج الأمم المتحدة للبيئة	UNEP
الوكالة الأمريكية لحماية البيئة	US EPA
المركبات العضوية المتطايرة	VOC

1. المقدمة

1.1 الغرض

لا يهدف مفهوم أفضل التقنيات المتاحة إلى فرض أو تحديد أي أسلوب أو تكنولوجيا بعينها، إنما يعني أكثر التقنيات الفعالة والمتقدمة المتاحة علاوة على الملائمة العملية لتقنيات معينة. أما أفضل الممارسات البيئية، فهي وصف للاستخدام الأكثر ملائمة للتدابير التي تجمع كل من استراتيجيات و رقابة البيئية (مادة 5، و (ت) من اتفاقية ستوكهولم).

المادة الثالثة، الفقرة السادسة من اتفاقية ستوكهولم تطالب الأطراف ذات الاستثناءات الخاصة و/أو الأغراض المقبولة، باتخاذ إجراءات لضمان أن يتم أي إنتاج أو استعمال لحامض السلفونيك بيرفلورو أوكتان والمواد ذات الصلة في إطار هذا الاستثناء بأسلوب يمنع أو يقلل من التعرض البشري والانبعاثات في البيئة. وقد تم تطوير هذه الوثيقة الإرشادية لتوجيه الأطراف المعنية نحو معالجة جيدة لمخاطر حامض السلفونيك المشبع بالفلور أوكتين والمواد ذات الصلة به.

2.1 هيكل واستخدام هذه الوثيقة

الفصل الأول: يستعرض هذا الفصل الغرض من الوثيقة وهيكلها. ويتضمن أيضا وصفا موجزا لخصائص واستخدامات حامض السلفونيك بيرفلورو أوكتان (PFOS)، والأحكام ذات الصلة المباشرة باتفاقية ستوكهولم (المادة 5، المرفقات ب، ت) وكذلك ملخص لأهم التدابير المطلوبة بموجب هذه الأحكام.

الفصل الثاني: يقدم هذا الفصل وصفا للعمليات المختلفة التي يستخدم فيها حامض السلفونيك بيرفلورو أوكتان وكذلك الإرشادات بشأن النظر في بدائل لهذه العمليات.

الفصل الثالث: يتضمن هذا الفصل إرشادات عامة، والمبادئ القابلة للتطبيق ووصف الاعتبارات التي تشترك فيها قطاعات عديدة تستخدم هذه المواد.

الفصل الرابع: يحتوي على إرشادات محددة لمجموعه من العمليات المذكورة في الفصل الثاني.

الفصل الخامس: يتضمن إرشادات عامة بشأن أفضل الممارسات البيئية لإدارة حامض السلفونيك بيرفلورو أوكتان.

3.1 حمض السلفونيك المشبع وأملاحه، وفلوريد السلفونيل المشبع بالفلور أوكتين

1.3.1 المواد الكيميائية المدرجة في الجزء الثالث من المرفق (ب) من الاتفاقية

حامض السلفونيك بيرفلورو أوكتان هو عبارة عن مادة متآينة كاملة الفلورة، والشائع استخدامه كملح في بعض التطبيقات أو إدماجه في متبلمرات أكبر. حامض السلفونيك بيرفلورو أوكتان ومركباته وثيقة الصلة، والتي قد تحتوي

على شوائب حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان أو المواد التي يمكن أن تنتج حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان، هم أعضاء في العائلة الكبيرة لمركبات سلفونات ألكيل البيرفلوروكتان.

2.3.1. الخصائص

يعتبر حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان شديد الثبات و ذا خصائص تراكم حيوي وتضخم حيوي هامة، وعلى الرغم من أنه لا يتبع النمط التقليدي للملوثات العضوية الثابتة الأخرى من حيث قدرته على التجزئة والبقاء في الأنسجة الدهنية، فإنه بدلا من ذلك، يرتبط ببروتينات الدم والكبد. كما أن لديه القدرة على الانتقال لمسافات طويلة ، علاوة على أنه تنطبق عليه معايير السمية الخاصة باتفاقية ستوكهولم.

3.3.1. المخاطر

اعتمدت لجنة مراجعة واستعراض الملوثات العضوية الثابتة في اجتماعها الثاني "ملف المخاطر" الخاص بسلفونات الفلورو أوكتان المشبع. وفي اجتماعها الثالث، اعتمدت اللجنة "تقييم إدارة المخاطر" الخاص بسلفونات فلورو أوكتان المشبع، ولمزيد من المعلومات حول المخاطر التي يشكلها حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان، يمكن الإطلاع على هذه الوثائق أو المستندات في قسم " الملوثات العضوية الثابتة الجديدة" في الموقع الإلكتروني www.pops.int.

4.3.1. الإنتاج والاستخدامات

تم إدراج حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والمواد ذات الصلة به في الجزء الأول من المرفق (ب) من الاتفاقية، ويتناول الجزء الثالث على وجه الخصوص القضايا المتعلقة بهذه المواد الكيميائية. يجب التخلص من إنتاج أو استخدام هذه المواد من قبل جميع الأطراف باستثناء تلك الأطراف التي أبلغت السكرتارية العامة بإنتاجها أو استخدامها وفقا لاستثناءات محددة ولأغراض مقبولة تم وصفها في المرفق (ب)، الجزء الأول. وعلى هذا، فإنه لا تزال مركبات حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان لا زالت تنتج وتستخدم في العديد من البلدان.

ويوضح الجدول التالي قائمة الاستخدامات للأغراض المقبولة أو للاستثناءات المحددة في إطار الاتفاقية. وعلى هذا يحظر استخدام الفئات الغير مدرجة في الاتفاقية، والتي تم تحديدها ووصفها في المبادئ الإرشادية بشأن بدائل سلفونات الفلورو أوكتان المشبع ومشتقاته الموضوعه في إطار لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.3, 2010).

طلب مؤتمر الأطراف في اتفاقية ستوكهولم من لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة في القرار رقم SC-5/5، إعداد ورقة فنية عن تحديد وتقييم البدائل لاستخدام حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في التطبيقات المفتوحة. وسيتم النظر في هذه الورقة الفنية من قبل اللجنة في اجتماعها الثامن، أكتوبر 2012. والمعلومات الواردة بالورقة الفنية عن

تحديد وتقييم بدائل استخدام حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في الاستخدامات المفتوحة يتم إعدادها في وثيقة

.UNEP/POPS/POPRC.8/INF/17

الاستثناءات (الإعفاءات) المحددة	الأغراض المقبولة
الأقنعة الضوئية وفي صناعات أشباه الموصلات وشاشات العرض البلوري السائل (LCD)	التصوير الضوئي
الطلاء المعدني (الطلاء المعدني الصلب)	<ul style="list-style-type: none"> الطلاءات المقاومة للضوء والمضادة للانعكاس لأشباه الموصلات
الطلاء المعدني (الطلاء الزخرفي)	<ul style="list-style-type: none"> مادة الحفر (النقش) لمركب أشباه الموصلات والمرشحات الخزفية
الأجزاء الكهربائية والإلكترونية لبعض الطابعات الملونة وآلات التصوير الملونة	<ul style="list-style-type: none"> سوائل الطيران الهيدروليكية
المبيدات الحشرية المستوردة لمكافحة النمل الأحمر والنمل الأبيض	<ul style="list-style-type: none"> الطلاء المعدني (طلاء المعادن الصلب) فقط في أنظمة الحلقة المغلقة
إنتاج النفط المستحث كيميائياً	<ul style="list-style-type: none"> أجهزة طبية معينة (مثل طبقة المبلر التساهمية لرابع فلوريد ايثيلين الايثيلين وإنتاج رابع فلوريد ايثيلين الايثيلين الغير منفذ للأشعة، الأجهزة التشخيصية الطبية في المختبر، والمرشحات اللونية)
السجاد	<ul style="list-style-type: none"> رغاوي مكافحة الحريق
الملابس والجلود	<ul style="list-style-type: none"> الطعوم الحشرية لمكافحة النمل القاطع للأوراق مثل <i>Atta spp</i> و <i>Acromyrmex spp</i>
المنسوجات ولوازم التنجيد	
الورق والتغليف	
الطلاء ومضافات الطلاء	
المطاط والبلاستيك	

وعلى الرغم من أن بدائل حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان متاحة لبعض الاستخدامات، كما هو موضح في الفصل الثاني، إلا أن ذلك ليس هو الحال دائماً في البلاد النامية، حيث لا تزال هناك حاجة إلى إدخال هذه التقنية.

بعض الاستخدامات مثل الاستخدامات في التصوير الضوئي، الاستخدام في أشباه الموصلات أو سوائل الطيران الهيدروليكية تعتبر كاستخدامات مقبولة، ويرجع ذلك جزئياً لعدم وجود بدائل مؤكدة لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان حتى الآن.

ولتوضيح فئات المنتجات الرئيسية واستخدامات حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان، أنظر الدليل الإرشادي لحصر حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والمواد الكيميائية ذات الصلة والمدرجة في إطار اتفاقية ستوكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة (الرجل الإرشادي لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان، أمانة اتفاقية ستوكهولم، عام 2012).

2. عملية وصف الكيمياء الحالية والبديلة والعمليات

يقدم هذا الفصل وصفاً مختصراً لمختلف العمليات التي تنطوي على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان وكذلك المواد ذات الصلة بها والكيمياء البديلة المناسبة لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان لكل عملية تم وصفها. إن العمليات التي تم وصفها هي تلك العمليات التي تسمح بالإنتاج والاستخدام. كذلك تم تقديم معلومات عن العمليات البديلة عند وصف كل عملية.

لم تعد هناك حاجة للعديد من العمليات المستخدم فيها حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان، وتم تحديد بدائل له. ويمكن الاطلاع على المزيد من المعلومات الكيميائية المحددة عن بدائل حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في الإرشادات الخاصة بالبدائل.

1.2. المواد المطلوبة والمشربة

1.1.2. المقدمة

استخدمت المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية كمواد مضافة في الطلاءات لسنوات عديدة. ولكي يكون استخدام أي طلاء ناجحاً، فيجب أولاً تبلييل المادة التي يتم استخدام الطلاء عليها. وإذا كان المطلوب هو درجة لمعان عالية، فيجب انسياب الطلاء واستوائه فوق المادة. في كثير من الأحيان، يكون للطلاء توتر سطحي أعلى من المادة المطلوب طلائها. وهذا الوضع يكون غير مواتياً للبلل المناسب. ويتمثل الحل في خفض التوتر السطحي للطلاء ويتم ذلك من خلال مجموعة متنوعة من المواد الخافضة للتوتر السطحي. وتعد المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية هي الأكثر فاعلية وكفاءة عن مثيلاتها من خوافض التوتر السطحي الهيدروكربونية في خفض التوتر السطحي للطلاءات. ويعني هذا أنه من الممكن تحقيق خفض للتوتر السطحي عند إضافة مستويات منخفضة من المواد الخافضة للتوتر السطحي. في العديد من استخدامات الطلاء، فإن زيادة فعالية وكفاءة المساعدة على البلل تكون أساسية لنجاح استخدام الطلاء.

نفس الفعالية والكفاءة في خفض التوتر السطحي والتي توفرها المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية تجعل هذه الفئة من المواد مفيدة جداً، وغالبا ما تكون أفضل من الهيدروكربونات، وذلك لتوفيرها زيادة في صفات الانسياب والاستواء. في صناعة الطلاء، هناك زيادة في إنتاج الأنظمة المحملة مائياً بغرض خفض المركبات العضوية المتطايرة. هذا يجعل الطلب يتزايد على الطلاءات حيث أن الماء له توتر سطحي عالي مقارنة مع مذيبات الطلاء العضوية ويقلل من القدرة على بلل المادة. بصفة عامه، فان الطلاء والذي يتم عن طريق إضافة المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية سوف يتوفر له أداء أفضل بالنسبة للقدرة على البلل والانسياب والاستواء.

حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والكيمياء البديلة

لقد كان من المعروف منذ سنوات عديدة أن قدرة المواد الفلورية لخفض التوتر السطحي عند تركيز معين هي أفضل من المواد البديلة (للاطلاع على المناقشات بالتفصيل عن الخصائص الهامة وتكنولوجيا المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية التجارية، يمكن الرجوع إلى Kissa 1994; Taylor 1999; Buck et al. 2011). مركبات الفلور الكيل المشبعة طويلة السلسلة تعنى توتر سطحي منخفض).

في السنوات التي تلت الإدخال التجاري للمواد الخافضة للتوتر السطحي المشبعة بالفلور ألكيل طويلة السلسلة، ظهرت أدلة على أن المواد التي تحتوي على ألكيل المشبع بالفلور طويل السلسلة بما في ذلك المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية، يمكن أن يكون لها آثار بيئية غير مرغوب فيها فيما يتعلق بالثبات والتراكم الحيوي والسمية (PBT). يرتبط حجم القلق المتعلق بالثبات والتراكم الحيوي والسمية لهذه المجموعة الكيميائية ليس فقط بطول سلسلة الكيل بيرفلورو، ولكن أيضا من خلال المركبات الناتجة عن تحلل (تدهور) هذه المركبات.

أدت هذه الملاحظات إلى إعادة هيكلة صناعة المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية من أجل خدمة سوق المواد المضافة للطلاء. توقفت شركات كبيرة (مثل دوبونت، دايكن، ثري إم، وما إلى ذلك) عن إنتاج المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية طويلة السلسلة، أو هي في طور التوقف، حيث أن تصنيع وتسويق المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية قد أصبح في صالح البدائل قصيرة السلسلة. وفي الوقت الراهن، يبدو أن الهدف هو تكنولوجيا الـ $(CF_2)_6F$ أو الكربون السداسي "C6". انتقلت شركة ثري إم إلى تكنولوجيا الكربون الرباعي "C4" على أساس $(CF_2)_4F$. وقد حاولت شركة أومنوا OMNOVA أن تجد حولا أخرى وأن تتأى بنفسها عن التيار الشائع من المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية القائمة على $(-CF_3)$ "C1" و $(-CF_2CF_3)$ "C2".

وقد دعا تزايد القلق إزاء القضايا المتعلقة بالثبات والتراكم الحيوي والسمية (PBT) إلى ضغط المنظمات العالمية لوقف استخدام المواد الفلورية "طويلة السلسلة" لصالح الانتقال إلى المواد الفلورية "قصيرة السلسلة"، والتي تعتبر حاليا الأكثر ملاءمة من النظرة البيئية الشاملة (OECD، 2010). تركز البحوث الجارية حالياً على الخصائص البيئية والصحية للكيمياء قصيرة السلسلة الجديدة، والتي تعتبر فقيرة الوصف في (الأدبيات) والمراجع العلمية الحديثة.

عمليات الطلاء الحالية

على الرغم من أن المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية عامة يجب أن تضاف في وقت مبكر من عملية إعداد الطلاء، إلا أنه يمكن إضافتها في أي وقت. يتم استخدام جميع المواد الخافضة للتوتر السطحي بتركيزات عالية عادة ما تزيد عن التركيز الحرج للمواد شبة الغروية (الميسيلات) (للخليط) (CMC). وحيث أن فائدة وكيفية استخدامات جميع المواد الخافضة للتوتر السطحي تتركز في التبليل، الانسياب والاستواء، والتي تتم على المستوى الجزيئي، وليس علي مستوي التجمعات، فلذا يتطلب الأمر وقت كاف من أجل انتشار هذه المواد. تتطلب المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية المزيد من الوقت مقارنة بمثلاتها من الهيدروكربونات للانتشار من الحالة المركزة. هذه الفرضية صحيحة تماما، لاسيما إذا كانت اختبارات البحث والتطوير R & D سوف تتم بعد فترة وجيزة من إعداد المستحضر التجريبي.

غالبا ما يجب استخدام مزيلات الرغوى جنبا إلى جنب مع خوافض التوتر السطحي الفلورية. نظراً للخصائص الفيزيائية والكيميائية لخوافض التوتر السطحي الفلورية المعروفة فإنها تفضل الرغوى طويلة العمر من ذات الحجم الكبير وتحت الظروف الشديدة فذلك يعمل علي خلط الطلاءات جيدا. يستخدم كم هائل من الرغوى، خاصة عند الظروف القوية، لخلط الطلاءات بشكل صحيح. الميل إلى تكوين الرغوة وطول عمر الرغوة يعتمد على نوع المادة الخافضة للتوتر السطحي وطول سلسلة ألكيل الفلور المشبع $C6 < C4 < C2 \leq C1$ ("C8"). تبدي خوافض (مخفضات) التوتر السطحي الفلورية غير الأيونية ميلا قليلا لتكوين رغوة، في حين أن الخوافض الأيونية (كلا من الأيونية والكاتيونية) تظهر قدرة على تكوين رغوة أكثر من ذلك بكثير.

تتبع معدلات استخدام المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية مدي القدرة علي خفض التوتر السطحي ومدي كفاءة عملية الطلاء. كلما قصر طول سلسلة ألكيل الفلور المشبع كلما احتاجت المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية إلى مستويات إضافة أعلى. مستوى (تركيز) إضافة المادة الخافضة للتوتر السطحي الفلورية اللازمة لتحقيق درجة كافية من البلل، والانسياب والاستواء يعتمد بشدة على صورة تحضير الطلاء. بالنسبة للطلاءات القائمة على الماء، فان مستويات استخدام المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية المطلوبة تكون عموما، بالقرب من التركيز الحرج لتجمعات الميسيلات (المواد الغروية) (الخليط) وتتراوح بين حوالي 50 جزء في المليون إلى 500 جزء في المليون، علي أساس الوزن من الطلاء. غير أن الطلاءات القائمة على المذيبات العضوية، فإنها، تتطلب مستويات أعلى من ذلك بكثير وتتراوح من 500 جزء في المليون إلى 5000 جزء في المليون، على أساس الوزن من الطلاء.

يعتبر تلميع الأرضيات واحداً من استخدامات الطلاء النموذجية، وهو أحد أكبر مستهلكي خوافض التوتر السطحي الفلورية. يحتوي كل ملمع للأرضيات على مادة خافضة للتوتر السطحي فلورية. يجب على مادة تلميع الأرضية أن يكون لها القدرة علي أن تبلل الأرضية التي يمكن أن تكون مصنوعة من مادة منخفضة التوتر السطحي أو مختلطة بمادة خافضة للتوتر السطحي. ويتطلب البلل المناسب مواد خافضة للتوتر السطحي (خوافض التوتر السطحي الفلورية) التي من شأنها أن تضمن أن يكون الطلاء ذو توتر سطحي منخفض بدرجة كافية للعمل. وبالإضافة إلى ذلك، فان درجة البريق العالية من الصفات المرغوبة جداً لمواد تلميع الأرضيات. تعتبر خوافض

التوتر السطحي الفلورية ممتازة في التخفيف من حدة التغيرات في التوتر السطحي والتي يمكن أن تسبب عيوب في الطلاء والحد من اللمعان. يمكن تجهيز أي طلاء يحتوي على متطلبات مماثلة بنجاح باستخدام المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية.

مواد تلميع الأرضيات تشكل مجموعة فرعية من الطلاءات فريدة من نوعها يتم استخدامها، أو إزالتها كما هو مطلوب من أجل استخدام آخر ثم يتم التخلص منها مباشرة في مياه الصرف. هذا الإجراء يختلف عن الطلاءات النموذجية، مثل مواد الدهان، في أن التعرض البيئي يكون مباشراً في مقابل التعرض للظروف الجوية وغيرها من أشكال التأثير حيث يمكن أن تتسرب هذه المواد في البيئة إما في صورتها الأصلية أو في صورة نواتج التحطم الذي ينتج بفعل الأكسدة، الضوء أو التفاعلات الحمضية. التخلص من مواد تلميع الأرضيات في مياه الصرف يشكل قلقاً بيئياً، حيث أن التقنيات والكيماويات المستخدمة في معظم مرافق معالجة مياه الصرف الصحي البلدية لا يمكنها معالجة جميع المكونات بشكل صحيح. ويعتبر هذا صحيحاً، وبصفة خاصة، بالنسبة لخوافض التوتر السطحي الفلورية. يعتمد المتبقي من خوافض التوتر السطحي الفلورية بعد العلاج على طبيعة المواد الكيميائية الفلورية، غير أن التدهور (التحلل) يكون غالباً بفعل نوع الأكسدة و ينتج عنه الأحماض الكربوكسيلية البيروفلورية التي يمكن أن تتسرب إلى طبقة المياه الجوفية. وكما نوقش أعلاه، فهناك مخاوف عديدة متعلقة بالثبات والتراكم الحيوي والسمية (PBT) لخوافض التوتر السطحي المشبعة بالفلور ألكيل طويلة السلسلة. وباختصار، فإنه يمكن التقليل من التعرض البيئي ومن حدوث التلوث الناتج من خوافض التوتر السطحي الفلورية أو حتى القضاء عليه باستخدام خوافض التوتر السطحي قصيرة السلسلة.

في النهاية، فإن استخدام واختيار خوافض توتر سطحي فلورية معينة سوف يعتمد على ما إذا كانت هذه المواد توفر الأداء الضروري أو الفوائد التي لا يمكن أن تتحقق مع المواد المماثلة الأخرى. وعموماً فإن التحول من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان لخوافض التوتر السطحي الفلورية قصيرة السلسلة يعتبر ناجحاً حتى الآن (OECD، 2010).

2.1.2. المنسوجات والورق والجلود

استخدمت خوافض التوتر السطحي الفلورية والبوليمرات في معالجة المنسوجات والجلود لتوفير مقاومة للزيت والماء والأترية وخصائص إزالة البقع، ولتوفير مقاومة للزيت والشحوم والماء للورق. تستخدم البوليمرات المفلورة أيضاً لجعل المنسوجات مقاومة للبقع والماء عند الحاجة، ولكن يجب أيضاً من المحافظة على قدرة المنسوجات على التنفس (نفاذية الهواء وبخار الماء). وهي تستخدم أساساً للمنسوجات المنزلية مثل لوازم التنجيد وملابس الخروج، خاصة سترات العمل بما في ذلك الأزياء الرسمية والأحذية.

الاستخدامات المبكرة استعملت فيها خوافض التوتر السطحي الفلورية، ومع ذلك فقد تم استبدالها بسرعة بالبوليمرات المفلورة عالية الوزن الجزيئي، والتي هي في معظمها عادة أكريلات بولي (ميثيل) المفلورة. البوليمرات

المفلورة عادة ما تكون مشتتات (مفرقات) بوليمير مائية والتي يتم تخفيفها ومن ثم يتم إستخدامها على الجلود والمنسوجات أو الورق، من ثم تجفيفها. تم تصميم البوليمرات لتكون عالية الامتصاص، وفي بعض الحالات، لتتحد كيميائيا مع النسيج والجلود أو الورق. بالنسبة للمنسوجات والجلود، فقد تم تصميم البوليمرات لتستعمل عقب عملية التنظيف/الغسيل ولتبقى طوال عمر المادة المعالجة.

عمليات التشطيب

بصفة عامة، يمكن تقسيم عمليات التشطيب إلى مجموعة متنوعة من عمليات التشطيب الميكانيكية عن طريق تطبيق طلاء السطح أو من خلال التشريب من سطح الورق، والمنسوجات، والجلود أو بعض المواد الأخرى.

يكون الهدف العام من عملية التشطيب هو تحسين مظهر المنتج النهائي ولإعطاء خصائص الأداء المتوقع من المنتج النهائي وذلك فيما يتعلق باللون، اللمعان، التداول، المرونة، والالتصاق، والثبات عند الفك، علاوة على غيرها من الخصائص مثل القابلية للتمدد، التحطم والثبات عند التعرض للعرق والضوء، ونفاذية بخار الماء والمقاومة للماء كما هو مطلوب للاستخدام النهائي. وهناك مجموعة واسعة من عمليات التشطيب الميكانيكية يمكن تنفيذها بغرض تحسين مظهر وملمس المواد المصنعة (IPPC، 2003).

ويكون الغرض من تطبيق طلاء السطح هو توفير:

- الحماية من الملوثات (المياه والنفط والاتساخ، الخ)
- التلوين اللازم لتعديل اللون المصبوغ، وتثبيت الألوان الموجودة في الصبغات، وحتى تلوين أو إخفاء العيوب.
- التعديلات المطلوبة للتعامل مع وتحقيق اللمعان
- الأشكال الجذابة أو التأثيرات الفخمة
- التعديلات المطلوبة لتلبية المتطلبات الأخرى للعملاء.

عمليات الطلاء الحالية و الطباعة

هذه العمليات تتضمن عمل طبقة رقيقة أو عجيبة من مادة ذات وظيفة معينة في هذه الحالة يكون منتج كيميائي فلوري - لمواد مثل الورق والنسيج، والأفلام، وورق الفضي (الفوئل) أو مخزون الألواح.

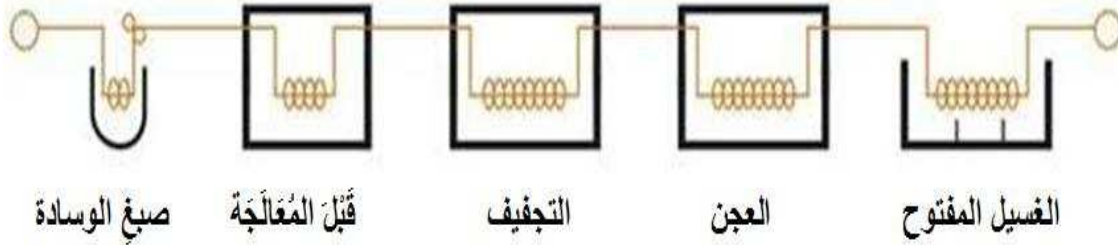
هناك تقنيات طلاء مختلفة في الأسواق منها:

- طلاء بالحفر (بالأكليشييه) Gravure coating
- طلاء الدوران العكسي Revere roll coating

- طلاء بالدوران حول سكين "طلاء الفجوة" Knife over roll coating "gap coating"
- طلاء قضيب القياس Metering rod coating
- طلاء إخفاء التشققات (الفتحات والنتوءات) slot die (slot, extrusion) coating
- طلاء الغمر (DIP) immersion (Dip) coating
- طلاء الستائر curtain coating
- طلاء سكين الهواء air knife coating

عمليات التشريب الحالية

يتم عادة استخدام المواد الكيميائية الفلورية الطاردة (الصادة) بالاتحاد مع مساعدات تشطيب أخرى عن طريق عملية العلاج بالوسادة الجافة، كما هو موضح في الشكل 1.2.



شكل 1.2. المبدأ العام لعملية العلاج بالوسادة الجافة (IPPC, 2003).

ملاحظة: عادة ما تسمى عملية العجن أحياناً بالمعالجة أو التثبيت.

وفي كثير من الحالات ما يتم استخدامها مع "المواد الباسطة"، التي يمكن أن تكون هي نفسها المواد الطاردة الأخرى (مثل المواد الطاردة لراتنجات الميلامين أو الأيزوسيانات المتعددة). يؤدي استخدام هذه "المواد الباسطة" إلى خفض الكمية المطلوبة من المواد الكيميائية الفلورية، مع انخفاض مماثل في تكاليف هذه المعالجة. معاملات التشطيب بواسطة المواد الكيميائية الفلورية الطاردة تنتج إنبعاثات من المركبات العضوية المتطايرة في هواء العادم. هذه الإنبعاثات يمكن أن تعزى إلى ما يلي:

- المذيبات الموجودة في المستحضرات (الكيتونات، والاسترات، والكحولات، الكحولات ثنائية الكربوكسيل).
 - "المواد الباسطة"، والتي تتحطم تحت ظروف درجات الحرارة العالية لتعطي بعض المنتجات مثل الكحولات والكيتونات، وكذلك أيضا الأوكسيمات خاصة بيوتان أوكسيم (التي هي مادة مسرطنة).
 - مركبات الفلور العضوية، والتي تطلق أيضا مركبات الفلور العضوي الثانوية المنفصلة عن المركب الأصلي كمركبات ثانوية fluororganic by-products.
- وفيما يتعلق بتلوث المياه، فإنه يجب الأخذ في الاعتبار أن راتنجات متعدد السيلوكسان polysiloxanes، الميلانين والفلوروكاربون جميعاً تتسم بانخفاض قابليتها للتدهور (التحلل) الحيوي و الاستبعاد (العزل) الحيوي (IPPC, 2003).

كيمياء صناعة المنسوجات والأوراق والجلود

حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والكيمياء البديلة

التشطيبات المفلورة هي التكنولوجيا الوحيدة المعروفة التي تؤدي إلي مقاومة فعالة للزيت والماء وكذلك خصائص الإظهار. تاريخياً، فقد تم استخدام البوليمرات المفلورة القائمة على كيمياء الفلورة الكهروكيميائية لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان. استخدمت المواد ذات الصلة بحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان لمعالجة المنسوجات، لكن حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان على هذا النحو كان ممثلاً فيما يصل إلى 2% من الوزن في المواد. بالإضافة إلى ذلك، فقد تم أيضاً استخدام البوليمرات القائمة على الفلوروتيلومرات. وكما ذكر سابقاً، فقد توافقت كبريات الشركات المصنعة جنباً إلى جنب مع المنظمين العالميين لوقف تصنيع المنتجات الفلورية "طويلة السلسلة" والانتقال إلى المنتجات الفلورية "قصيرة السلسلة". وقد عرفت هذه المنتجات قصيرة السلسلة الجديدة على أنها أفضل التقنيات المتاحة لتحقيق مستويات الأداء المطلوب، وقد تمت الموافقة عليها من أجل تصنيع والبيع والاستخدام، وقد أكدت التوصل إلي الأداء المرغوب عند استخدامها في المنسوجات والجلود الأوراق.

التشطيبات البديلة الكارهة للماء للمنسوجات

بالنسبة لبعض الاستخدامات، مثل ملابس الخروج (العرضية)، والخيام، المظلات، الخ، فإن التأثير الطارد للماء للمنسوجات هو الخاصية الرئيسية المطلوبة من قبل المستخدمين. ولمثل هذه الاستخدامات، هناك العديد من البدائل الموجودة للفلوروكربونات والتي لا تعتمد على تركيبات كيميائية ثابتة:

- المواد الطاردة القائمة على الشمع والتي تتكون من مستحضرات ملح المعدني للبارافين
- متعدد اليورثانات المعدلة الكارهة للماء (متعدد اليورثينات عالي التفرع الكاره للمياه والتي تسمى ديندريميرات (الجزينات المتفرعة)).

• المواد الطاردة للسليكون

• المواد الطاردة القائمة علي الراتنجات المتكونة من راتنجات الميلايين الدهنية المعدلة.

يمكن أن تعطى التكنولوجيات البديلة غير المفلورة مثل الشموع الهيدروكربونية والسليكون طرداً للمياه طويل المدى (DWR، aka ذات الخصائص الكارهة للماء) ولكن غير طاردة للزيت أو قدرة للتخلص من الزيت والأتربة. إذا كان مطلوباً طرد الزيت والدم أو الأتربة، فإن البوليمرات المفلورة هي المنوط بها ذلك.

مع التكنولوجيات البديلة والقادرة تماما والمقبولة والمتاحة تجاريا في جميع أنحاء العالم، فانه ليست هناك حاجة لاستخدام كيمياء المواد المشتقة أو المحتوية أو المطلقة لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في معالجة المنسوجات، والجلود أو الأوراق. ونظراً لأن هذه البدائل ذات صفات خاصة، فان صناعة المنسوجات تحتاج إلى أن تكون انتقائية جداً بخصوص أفضل التقنيات المتاحة وأفضل الممارسات البيئية، اعتماداً على أي غرض من أجله يستخدم أي نوع من الكيمياء.

3.1.2. السجاد

يمكن استخدام البوليمرات المفلورة أثناء عملية تصنيع السجاد المصنع من الألياف الطبيعية أو الصناعية (مثل الصوف) وذلك لإعطاء حماية من البقع والأتربة. ومن الأهمية بمكان توفير القدرة على طرد الأتربة الزيتية. وعادة ما تكون هذه المنتجات مواد مفرقة مائية من البوليمرات المفلورة التي يتم استخدامها عادة على سطح السجاد عن طريق الرش أو استخدامها بواسطة تطبيق الرغوة كمحلول مائي من البوليمرات المفلورة، ثم يتبعها التجفيف مباشرة. يتم تصميم البوليمرات المفلورة بغرض الالتصاق القوي مع ألياف السجاد وأن تتحمل كذلك عملية خدش الملابس (الحك) والتنظيف.

الحالة المتعلقة بالكيمياء السابقة والحالية بالنسبة للسجاد هي نفسها التي تم توضيحها بالنسبة للمنسوجات والجلود والأوراق (أنظر القسم 2.1.2). ونظراً لتوفر التكنولوجيات البديلة والقادرة تماما والمقبولة والمتاحة تجاريا في جميع أنحاء العالم، فعلى ذلك فليست هناك حاجة لاستخدام كيمياء المواد المشتقة أو المحتوية أو المطلقة لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في معالجة السجاد.

4.1.2. الورق والتغليف

عادة ما تستخدم المركبات المفلورة لتجعل الورق والورق المقوي (الكرتون) مقاوماً للماء والشحوم وبالتالي يتم استخدامها بنسبة صغيرة فقط من سوق الأوراق الكلية (حوالي 8%)، وذلك فيما هو متعلق بالأوراق التي من ضروري أن تكون محمية من الشحوم. مثل هذه الأنواع من الأوراق المغلفة لها أهمية خاصة في صناعة الأغذية.

على غرار ما هو موجود في المنسوجات والسجاد والجلود، فإن حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان لا يستخدم بنفسه مباشرة، ولكن يكون جزءاً من البوليمر. مرة أخرى، لا تزال تتواجد بعض من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان كشوائب في البوليمر، والتي تؤدي إلى المحتوى المتبقي من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان، والتي تكون عادة في حدود 1% (Kara et al., 2010).

كما ذكر سابقاً في القسم 2.1.2، ليست هناك حاجة لاستخدام كيمياء المواد المشتقة أو المحتوية أو المطلقة لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان PFOS في معالجة الأوراق، وذلك لتوفر تكنولوجيات بديلة قادرة تماماً ومقبولة ومتوفرة على نطاق تجارى في جميع أنحاء العالم.

2.2. المبيدات الحشرية

1.2.2. المقدمة

يستخدم ن-إيثيل سلفوناميد المشبع (EtFOSA; سلفوراميد; CAS رقم 2-50-4151)، والذي يطلق عليه أيضاً سلفوراميد، كمادة خافضة للتوتر السطحي أو كميبيد ضد النمل الأبيض والصراصير، والنمل. علاوة على وظيفته كميبيد، يمكن استخدام خواص التوتر السطحي الفلورية كمواد ذات نشاط سطحي "خاملة" (محسنة) في منتجات مبيدات الآفات. وكلا المادتين ذوي الصلة بحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان وهما ن-إيثيل-ن-[[سابع عشر فلوريد اوكتيل) سلفونيل] غليسينات البوتاسيوم (CAS رقم 7-51-2991) وكذلك ن-إيثيل-ن-[[سابع عشر فلوريد اوكتيل) سلفونيل] غليسينات البوتاسيوم رقم 7-63-1652)، قد تمت الموافقة عليهما في مستحضرات مبيدات الآفات في الولايات المتحدة الأمريكية. كلا المادتين الكيميائيتان لهما استخدامات أخرى، على سبيل المثال، كمواد منظفة. لقد استخدمت مشتقات حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في مبيدات الآفات نظراً لأنها اعتبرت خاملة نوعاً وغير سامة للإنسان.

2.2.2. المبيدات الحالية لمكافحة النمل الناري الأحمر والنمل الأبيض

السلفوراميد عبارة عن مادة ذات صلة بحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والتي تم استخدامها في المبيدات الحشرية بتركيز يتراوح من 0.01 - 0.1% بمعدل حجم سنوي يصل إلى 17 طن (OECD, 2006).

وفقاً للمعلومات المقدمة إلى أمانة اتفاقية ستوكهولم، يستخدم السلفوراميد في مكافحة الآفات (في مكافحة الصراصير والنمل الأبيض، والنمل الناري) في جمهورية الصين الشعبية (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.3, 2010).

3.2.2. المواد ذات الصلة بحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والمبيدات البديلة لمكافحة النمل القاطع للأوراق

لا يزال يستخدم السلفوراميد في البرازيل كمادة فعالة في تحضير الطعوم السامة للنمل من أجل مكافحة النمل القاطع للأوراق التابع لجنس *Atta* و *Acromyrmex*، وهي تلك الحشرات المتسببة في إحداث معظم الأضرار التي لحقت بقطاع الزراعة بالبرازيل.

حالياً، فإن المواد الفعالة المسجلة في البرازيل بغرض إنتاج الطعوم السامة لمكافحة النمل القاطع للأوراق هي سلفوراميد، فبرونيل وكلوربيريفوس، والمركبان الأخيران يحدثان سمية حادة للإنسان والبيئة مقارنة بسلفوراميد. علاوة على ذلك، فهناك تشكيك في فعالية هذه المواد، ويتم حالياً دراسة بدائل جديدة لهما في البرازيل. في البرازيل لا يمكن حالياً استبدال السلفوراميد بكفاءة بأي من المنتجات الأخرى المسجلة تجارياً لنفس الغرض. ويعتبر السلفوراميد هو المادة الفعالة الوحيدة بما فيها من جميع الخصائص الضرورية لأداء وظيفتها بفعالية كطعوم للنمل، مما يجعله الخيار الوحيد الفعال في مكافحة النمل القاطع للأوراق.

وهناك العديد من الاختلافات بين النمل القاطع للأوراق والنمل الوافد أو الدخيل (النمل الحضري)، بما في ذلك السلوك الغذائي. مثل هذه الاختلافات تفسر فاعلية ونجاح مواد فعالة معينة في مكافحة النمل الحضري وفشلها في مكافحة النمل القاطع للأوراق. وقد تم اختبار بعض المركبات ضد النمل القاطع للأوراق مثل الفينوكسي كارب، بايربيروكسيفين، ديفلوبينزورون، تيفلوبنزيرون، سيلانيفون، تيفلورون، برودون، وميثوبرين ولكنها جميعاً لم تكن فعالة. المبيد الحشري المناسب المستخدم في تجهيز الطعوم لمكافحة النمل القاطع لأوراق يجب أن يكون قاتلاً عند التركيزات المنخفضة، وأن يعمل عن طريق الابتلاع وأن يؤخر إظهار تأثيره السام. منذ عام 1958، تم دراسة أكثر من 5700 مركب كيميائي لمكافحة النمل في كثير من البلدان. وقد أظهر أقل من 1٪ من تلك المركبات المختبرة فاعليته (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.3، 2010).

3.2. سوانل الطيران الهيدروليكية

1.3.2. حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والكيمياء البديلة

أثناء عملية تصنيع سوانل الطيران الهيدروليكية، تستخدم المواد ذات الصلة بحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان أو المواد البادئة له، مثل مادة سلفونات بيرفلوروكتان البوتاسيوم، كمادة مضافة بمحتوى قدرة حوالي 0.1٪ (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.3، 2010)، وذلك لمنع التبخر والحرائق والتآكل.

هناك بعض الشكوك حول توفر المواد البديلة في هذا المجال. سوانل الطيران الهيدروليكية التي لا تحتوي على المواد الكيميائية المفطورة والقائمة على أسترات الفوسفات مثلاً موجودة والكيموايات الفلورينية عدا حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان من الممكن أيضاً استخدامها. ويذكر أن البحث عن البدائل قد استمر خلال الثلاثون عاماً الماضية. وعلى الرغم من القول بأنه تم اختبار عدة مركبات مختلفة، غير أن أيًا من الفلوروتيلومرات أو المواد الكيميائية غير المفطورة لم يحقق متطلبات الأداء أو معايير السلامة العالية لهذه الصناعة. لا يعتبر ملح البوتاسيوم لسلفونات

سيكلوهكسيل البيرفلوروايثيل (CAS رقم 3-42-67584) بادئ لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان، وقد تم استخدامه في الزيوت الهيدروليكية بدلا من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان. ولقد توقفت شركة ثرى إم عن إنتاج تلك المواد الكيميائية، والتي كانت تنتجها سابقا، وربما يعود ذلك لقلّة الطلب عليها (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.3, 2010).

4.2. رغاوى مكافحة الحريق

1.4.2. عمليات التشطيب

تعتبر الرغاوى التي تكون طبقة مائية رقيقة (AFFF)، والتي يشار إليها أحيانا كرغاوى مكافحة الحريق المائية مصطلح عام للمنتجات المستخدمة عالميا لمكافحة الحرائق/أو منتجات إخماد البخار المستخدمة عالمياً لحماية كل من الأرواح والممتلكات. وتعتبر رغاوى مكافحة الحريق التي تكون طبقة مائية رقيقة هي فريدة من نوعها من بين رغاوى مكافحة الحرائق الأخرى وذلك نظراً لاحتوائها على نسبة ضئيلة من المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية (خافضات التوتر السطحي الفلورية). هذا المكون الرئيسي يعطى سمات أداء فريدة لهذا للمنتج، والذي يتيح لها أن تكون فعالة للغاية في منع وإطفاء الحرائق، وخاصة حرائق الدرجة الثانية (ب) من حوادث السوائل القابلة للاشتعال. يمكن استخدام منتجات الرغاوى التي تكون طبقة مائية رقيقة في كل من الأنظمة الثابتة أو المحمولة (مثل أنظمة الرش وطفائيات الحريق المحمولة، والاسطوانات المحمولة وسيارات مكافحة الحرائق (سيارات الإطفاء)، وما إلى ذلك). في معظم الحالات، يتم شراء رغاوى مكافحة الحريق التي تكون طبقة مائية رقيقة على أنها محلول مركز Concentrate، والذي عادة ما يشار إليه كـ "3%" أو "6%"، اعتمادا على نسبة الخلط (عند الاستخدام) مع الماء.

ليس بالضرورة أن تستخدم رغاوى مكافحة الحريق في كل حالة. ويمكن فقط تحديد واختيار المنتج الصحيح من خلال دراسة متأنية للحالة التي في المتناول (حادث طارئ أو تصميم نظام لحماية الحياة/الممتلكات) واستعراض أكواد الأبنية المحلية والإجراءات الأخرى. ومن المهم أن نتذكر أن الرغاوى قد أثبتت أنها فعالة للغاية للأغراض المحددة لها.

2.4.2. أنواع الرغاوى

أعدت الرغاوى لأنواع الحرائق من الفئات التالية (أ) (المواد القابلة للاحتراق الصلبة) والفئة (ب) (السوائل القابلة للاشتعال). أما الرغاوى التي تكون طبقة مائية رقيقة فلقد أعدت لتكون فعالة خاصة في التعامل مع الحوادث من الفئة (ب).

وتتكون رغاوى الفئة (ب) من نوعين رئيسيين هما الرغاوي الصناعية والرغاوي البروتينية.

الرغاوي (المخلقة) الصناعية

إن كل من الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة AFFFs والرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة المقاومة للكحول (AR-AFFFs) هي رغاوي صناعية تقوم على أساس المادة الخافضة للتوتر السطحي المخلقة (ولكنها ليست مواد كيميائية فلورية). تم تصميم الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة المقاومة للكحول AR-AFFFs بحيث تكون فعالة في وجود الكحولات وغيرها من المركبات غير القابلة للامتزاج بالماء.

الرغاوي البروتينية

تحتوي الرغاوي البروتينية على البروتينات الطبيعية كمادة رغوية، وبالتالي، فهي ليست أكثر أو أقل قابلية للتدهور الحيوي من الرغاوي الصناعية. أنواع الرغاوي البروتينية تشمل رغاوي البروتين العادية (P)، الرغوة البروتينية الفلورية (FP)، الرغاوي البروتينية الفلورية التي تكون طبقة رقيقة (FFFP)، الرغاوي البروتينية الفلورية المقاومة للكحول (AR-FP)، الرغاوي البروتينية الفلورية المقاومة للكحول والتي تكون طبقة مائية رقيقة (AR-FFFP).

المواد الكيميائية المستخدمة لجعل المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية والتي تعتبر مكوناً رئيسياً في الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة يتم تصنيعها خلال عمليات مختلفة ولها تراكيب كيميائية مختلفة.

كانت المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية المستخدمة في الرغاوي التي تكون الطبقة المائية الرقيقة في كثير من الأحيان قائمة على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان وذلك قبل عام 2000، وهو ما نتج عنه الرغاوي التي تكون الطبقة المائية الرقيقة المحتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان أو بادئاته. في الوقت نفسه، فإن الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة القائمة على الفلوروتيلومرات طويلة السلسلة متوفرة أيضاً لبعض المنتجات والاستخدامات. بعد وقت قصير من إعلان شركة ثرى إم عن التوقف عن تصنيع المنتجات القائمة على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في عام 2000، فإن الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة والقائمة على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان لم تعد متوفرة في البلدان المتقدمة. ثم أصبح المعروض الرئيسي من رغاوي مكافحة الحريق التي تكون طبقة مائية رقيقة هو القائم على الفلوروتيلوميرات. وعلى مدى السنوات العديدة الماضية، فقد قامت الشركات المصنعة للرغاوي التي تكون طبقة مائية قائمة على الفلوروتيلومرات باستبدال خواص التوتر السطحي الفلورية طويلة السلسلة بأخرى قصيرة السلسلة. وبالتالي فإن المركبات المشبعة بالفلور (PFCs) في الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة قائمة على الفلوروتيلومرات هي ذات جزيئات قصيرة السلسلة، قائمة عموماً على 2:6 تيلومير، وتميل إلى أن تكون ذات تراكب حيوي أقل وسمية أقل. الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة القائمة على التلومير لا تحتوي على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان ولكن قد تحتوي على المكونات التي يمكن أن تتدهور (تتحلل) لتعطي حامض البيرفلوروكتانويك PFOA أو الأحماض الكربوكسيلية المشبعة بالفلور قصيرة السلسلة.

3.4.2. اختيار الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة

تتطلب عملية اختيار الرغوة لاستخدامها في أي حالة معينة عناية تامة، مع الأخذ في الاعتبار عوامل عديدة. ويجب أن يكون لخبراء الوقاية من الحريق الدور الرائد في اتخاذ مثل هذه القرارات. وعند تقييم الرغوة للاستخدام في منع أو في مكافحة الحريق، يمكن الأخذ في الاعتبار عدة عوامل منها:

- هل هناك احتياج لأي نوع من الرغوة مطلوب حقاً؟ على سبيل المثال، في حالة الفئة (أ)، فإنه قد لا يكون من الضروري استخدام أي رغوة للسيطرة على الوضع.
 - إذا اعتبر أن استخدام الرغوة واجب و/أو ضروري، فهل يجب أن تكون الرغوة من الفئة (ب)؟ على الرغم من أن رغاوي الفئة (ب) قد تكون فعالة جداً في حرائق الفئة (أ)، لكن هناك تقنيات أخرى قد تكون على نفس القدر من الفعالية بل وأكثر ملائمة.
 - لو أن الفئة (ب) (السوائل القابلة للاشتعال) هي الحالة الموجودة فعلاً، فما هو نوع الرغوة من الفئة (ب) الأنسب والأكثر فعالية؟
 - في الحالات التي تستدعي استخدام الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة AFFF أو الرغاوي المقاومة للكحول والتي تكون طبقة مائية رقيقة AR-AFFF، هل تم الأخذ في الاعتبار استخدام أحدث المنتجات المتوفرة في السوق؟ قد يظهر على السطح أهمية هذا السؤال عند عمل حصر للأعمار الموجودة من الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة AFFF و تقييم أداؤها المعتاد، وهو ما قد يشير أيضاً إلى الحاجة لاستبدال هذا المنتج.
- المرجع الوحيد الذي يحدد بدائل الاستخدام يمكن الاطلاع عليه في "إرشادات عن بدائل سلفونات الفلورو أوكتان المشبع ومشتقاته (UNEP/POPS/POPRC.6/Add.3, 2010). وكما ذكر سابقاً، فإنه من الأهمية بمكان أن يؤخذ في الاعتبار الفعالية العالية لمنتجات الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة AFFF في حماية كل من الأرواح والممتلكات عند اتخاذ القرارات وتحديد نظام التصميم، كما أن خبرة أفراد الحماية من الحريق تكون ضرورية جداً في مثل هذه الأمور.

5.2. عمليات الطلاء المعدني الصلب والزخرفي

1.5.2. حامض السلفونيك بيرفلورو أوكتان و الكيمياء البديلة

يعتبر حامض السلفونيك بيرفلورو أوكتان مفيد كمادة خافضة للتوتر السطحي أو مادة مبللة في صناعة الطلاء الكهربائي لتحقيق سمك متجانس من الطلاء أو "أثر" كيميائي متجانس (Zhou et al., 2003). كما أنه بمثابة مادة مثبطة لانتشار الرزاز حتى لا تتلوث الحمامات القريبة وللمحد من الخسائر (الفقد) الناجمة عن الاحتكاك (UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.5, 2007)، فمن شأنه أيضاً أن يقلل من انبعاثات الإيروسولات من الطلاء بالكروم ويحسن بيئة العمل.

لقد استخدم حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان مبكراً في الطلاءات الزخرفية بالكروم، ولكن التكنولوجيا الجديدة باستخدام الكروم III بدلا من الكروم VI جعلت هذا الاستخدام قد عفا عليه الزمن علي الأرجح. وعلى الرغم من أن استخدام الكروم-III لا يعمل للطلاء الصلب بالكروم، فقد استخدمت بعض أنواع من المواد خلاف حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في كل من الطلاء الزخرفي والصلد بالكروم. هناك بدائل غير فلورية للطلاء الزخرفي بالكروم والصلد بالكروم متوفرة حالياً في السوق الأوروبية. وهي جديدة تماما ولا يزال بعضها تحت الاختبار. هذه البدائل القابلة للتدهور تبدو قابلة للعمل، ولكنها تتطلب باستمرار الإضافة إلي والتقليب في حمام الكروم جنباً إلي جنب مع بعض التغييرات التقنية قبل استخدام هذه البدائل. في نفس الوقت، تستخدم خوافض التوتر السطحي القائمة على التلومير أيضاً كوسيلة تكنولوجية سهلة.

2.5.2. الطلاء الكهربائي للبلاستيك

يستخدم حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان كمادة مبللة أثناء مرحلة ما قبل المعالجة (النقش) للبلاستيك، والتي تكون ضرورية قبل عملية الطلاء الكهربائي. فهو يوفر القدرة علي تبلل السطح وأثر كيميائي متجانس لكل من حامض الكبريتيك والكروميك المستخدمين في عملية النقش (الحفر).

3.5.2. منتجات المطاط والبلاستيك

تستخدم مشتقات سلفونات الفلور اوكتان المشبعة (PFBS) أو العديد من المركبات المشبعة بالفلور رباعية الكربون كبديل لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في نازعات الرغوى للقوالب المطاطية في الطلاء الكهربائي وكمواد مضافة في البلاستيك. ويمكن الاطلاع على المزيد من المعلومات عن بدائل حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في "الإرشادات عن بدائل حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان ومشتقاته" (UNEP/POPS/POP/RC.6/13/Add.3, 2010).

6.2. إنتاج النفط والغاز المستحث كيميائياً

1.6.2. حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والكيماويات البديلة

تفيد التقارير بأن حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان يستخدم في بعض المناطق من العالم كمواد خافضة للتوتر السطحي في تحفيز آبار النفط بغرض استرداد النفط المحتبس بين المسام الصغيرة بين جزيئات الصخور. وبصفة عامة فإن عمليات التحفيز لآبار النفط هي عمليات متنوعة تجرى على الآبار لتحسين إنتاجيتها. هناك نوعان رئيسيان من العمليات هما مصفوفة التحميص والتكسير الهيدروليكي.

تتمثل بدائل حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في سلفونات البيرفلورويوتان، خوافض التوتر السطحي الفلورية القائمة على التلوميرات أو البوليمرات، الأمينات المستبدلة المشبعة بالفلور ألكيل perfluoroalkyl-substituted amine، والأحماض، والأحماض الأمينية، وأحماض الثيواثيرات. في معظم أنحاء العالم حيث جرى التنقيب وإنتاج النفط، غالباً ما تلتزم شركات الخدمات النفطية العاملة في تقديم خدمات التحفيز بصورة جيدة باستخدام مستحضرات من الكحولات، فينولات الألكيل، الاسترات، الهيدروكربونات العطرية، والأملاح غير العضوية، والكحولات المثيلية، والفلوروكربونات الاليفاتية لتحفيز آبار النفط. خدمات تحفيز آبار النفط تشمل أيضاً التحكم في التآكل، والتحكم في الموانع المائية/انسداد المياه والتحكم في الحديد، والطفلة، وإزالة شمع البارافين والاسفلتين والوقاية من فقدان وتحويل السوائل. ولقد اتسمت عمليات استخراج النفط بأفضل الممارسات العالمية.

7.2. صناعة الإليكترونيات

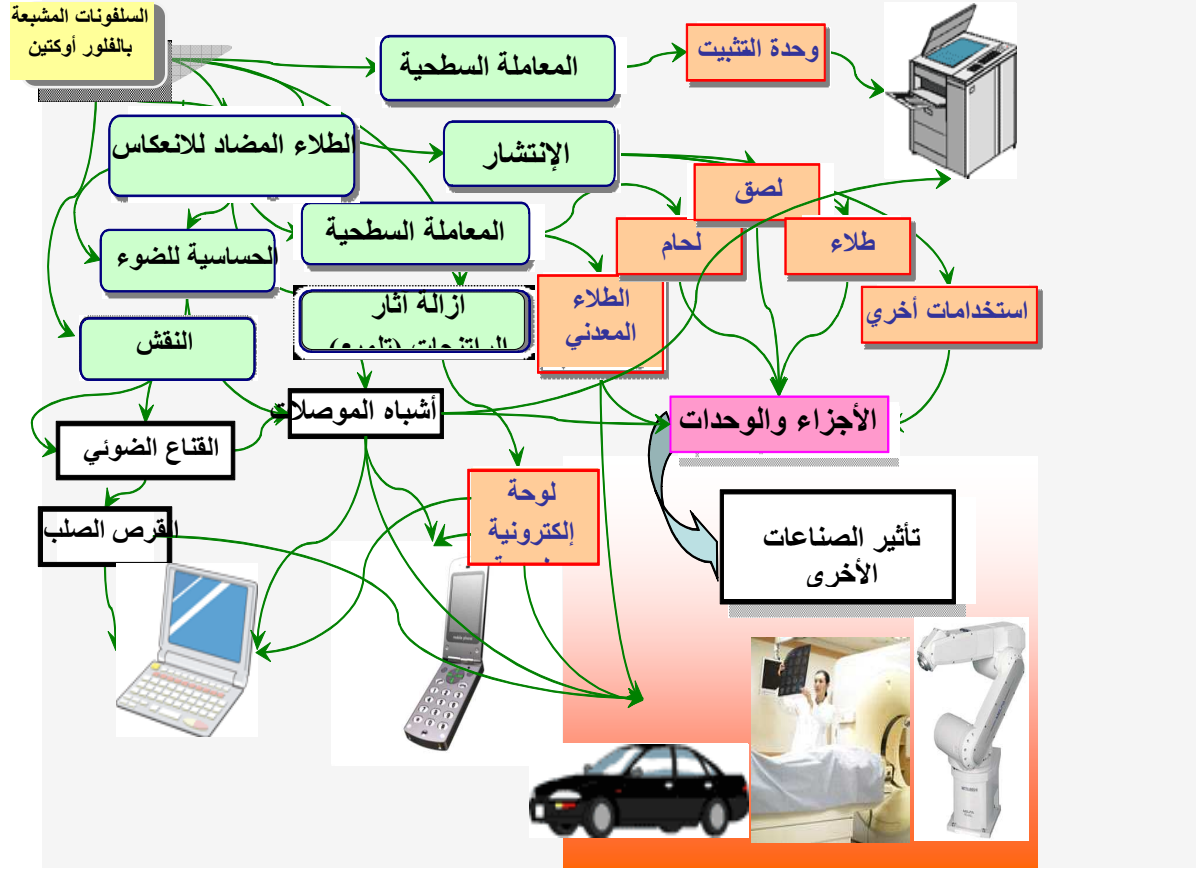
1.7.2. حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والكيماويات البديلة

غالباً ما تتطلب المعدات الكهربائية والإلكترونية مئات المكونات والآلاف من عمليات التجهيز. يدخل حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في استخدامات عديدة ومختلفة في صناعة الإلكترونيات ويشارك في العديد من العمليات اللازمة لإنتاج الأجزاء الكهربائية والإلكترونية (أنظر الشكل 2.2). وتستخدم المواد الكيميائية القائمة على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في تصنيع الكاميرات الرقمية، والهواتف المحمولة، والطابعات، والماصات الضوئية، وأنظمة الاتصالات عبر الأقمار الصناعية، وأنظمة الرادار وما شابه ذلك. المركبات القائمة على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان هي كيماويات تستخدم في التجهيز. والمنتجات النهائية غالباً ما تكون خالية من آثار حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان.

يمكن استخدام حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان كمادة خافضة للتوتر السطحي في عمليات الحفر (النقش) في صناعة مرشحات أشباه الموصلات المركبة والمرشحات الخزفية. يتم بعد ذلك إضافة حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان كجزء من مادة النقش، ثم تشطف خلال عملية العلاج بالغسيل اللاحقة.

عمليات التلميع (إزالة الراتنج) desmear هي عمليات تنعيم السطح من خلال الثقوب في لوحات الدوائر المطبوعة. ويمكن استخدام حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان كمادة خافضة للتوتر السطحي في مادة التلميع (إزالة الراتنج)، أي مادة الحفر (النقش). يضاف حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان إلى مادة التلميع (إزالة الراتنج)، وتشطف بالغسيل. العمليات الأخرى ذات الصلة تم وصفها في المناقشات عن صناعة أشباه الموصلات (القسم 2.7.2) والطلاء المعدني (القسم 5.2).

استخدام السلفونات المشبعة بالفلور أوكتين في صناعة الإلكترونيات (في اليابان)



شكل 2.2. استخدام حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في سلسلة صناعة الإلكترونيات (اتحاد الصناعات الإلكترونية وتكنولوجيا المعلومات اليابانية – مجلس أشباه الموصلات).

2.7.2. صناعة أشباه الموصلات

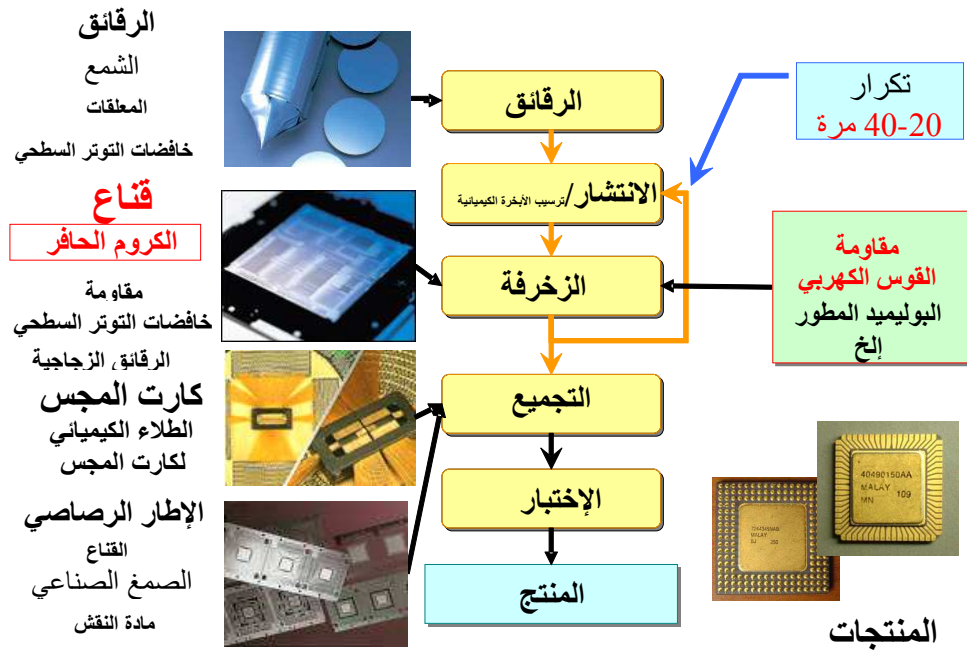
حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والمواد القائمة عليه هي مواد كيميائية لازمة لصناعة أشباه الموصلات لتجهيز طلاءات مقاومة أو مضادة للانعكاس في الطباعة الحجرية (المعدنية) الراقية. إن صناعة أجهزة أشباه الموصلات المتقدمة ليست ممكنة حالياً بدون استخدام حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في "الاستخدامات الدقيقة" مثل الطلاءات المقاومة للضوء والمضادة للانعكاس. حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان هو مادة كيميائية تستخدم في العمليات، ولا تتبقى في المنتج النهائي – مثل أجهزة أشباه الموصلات.

وتتكون عملية تصنيع أشباه الموصلات من ما يقرب من 500 خطوة (أنظر الشكل 3.2)، متضمنة أربعة عمليات فيزيائية أساسية:

- الغرس (الزرع)
- العزل (الترسيب)
- الحفر
- الطباعة الحجرية (المعدنية) التصويرية

الطباعة الحجرية (المعدنية) الضوئية هي الأهم بين العمليات الأربعة، وهي ضرورية لنجاح تنفيذ العمليات الثلاثة الأخرى، بل وعملية الإنتاج الكلية بشكل عام. إنها تشكل وتعزل الوصلات والترانزستورات، بل تحدد الوصلات البينية المعدنية، كما أنها ترسم خطوط المسارات الكهربائية التي تشكل الترانزستورات وتربطها معا. تشكل الطباعة الحجرية التصويرية (الضوئية) حوالي 150 خطوة من مجموع الـ 500 خطوة الإجمالية. تعتبر الطباعة الحجرية التصويرية أيضا جزء لا غنى عنه عند التصغير المتناهي (نممة) لأشباه الموصلات (RPA association, 2004).

استخدام السلفونات المشبعة بالفلور اوكتين في تصنيع أشباه الموصلات



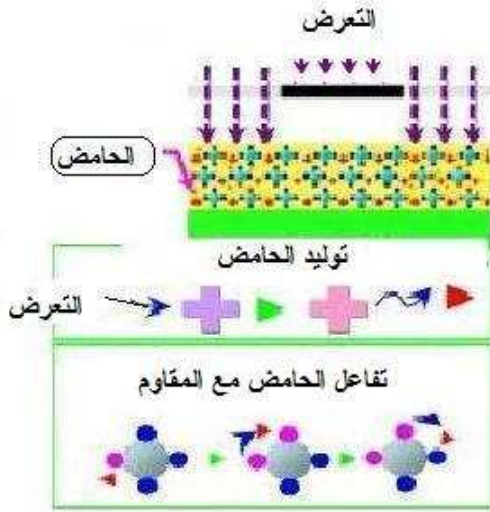
شكل 3.2. الخطوات المختلفة في تصنيع أشباه الموصلات عندما يتم استخدام حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان كمادة وسيطة. العمليات التي باللون الأحمر هي متعلقة بالمواد ذات الصلة بحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان. المصدر: مجلس رابطة أشباه الموصلات الياباني لصناعات الالكترونيات وتكنولوجيا المعلومات).

يقلل حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان من التوتر السطحي وكذلك الانعكاس لسوائل النقش (الحفر)، وهي الخصائص ذات الأهمية لعملية الطباعة الحجرية التصويرية الدقيقة في صناعة أشباه الموصلات (مقاومات الضوء، والأقنعة الضوئية). لا بد من توفر كميات صغيرة من المركبات القائمة على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان خلال الاستخدامات الدقيقة التالية للطباعة الحجرية (المعدنية)، والتي تلعب دوراً حاسماً في تحقيق الدقة والإتقان المطلوب لتصنيع رقائق أشباه الموصلات الصغيرة عالية الأداء:

- الزخرفة المتناهية الدقة/مقاومات الضوء كمولدات حامض الصور و/أو المواد الخافضة للتوتر السطحي.
- الطلاءات المضادة للانعكاس كالمواد الخافضة للتوتر السطحي فريدة الأداء.

مولد حامض الصور

الطول الموجي لشعاع الليزر لأجهزة التعريض قصير جداً ولهذا لا يمكن الاحتفاظ بالضوء في قاع المقاوم. مولد الحامض يمكن أن يحل هذه المشكلة



1. توتر سطحي منخفض
2. الإنعكاس المنخفض
3. التحمل العالي للحامض
4. الثبات الحراري
5. التحمل العالي للأشعة فوق البنفسجية
6. قابل للتشتت

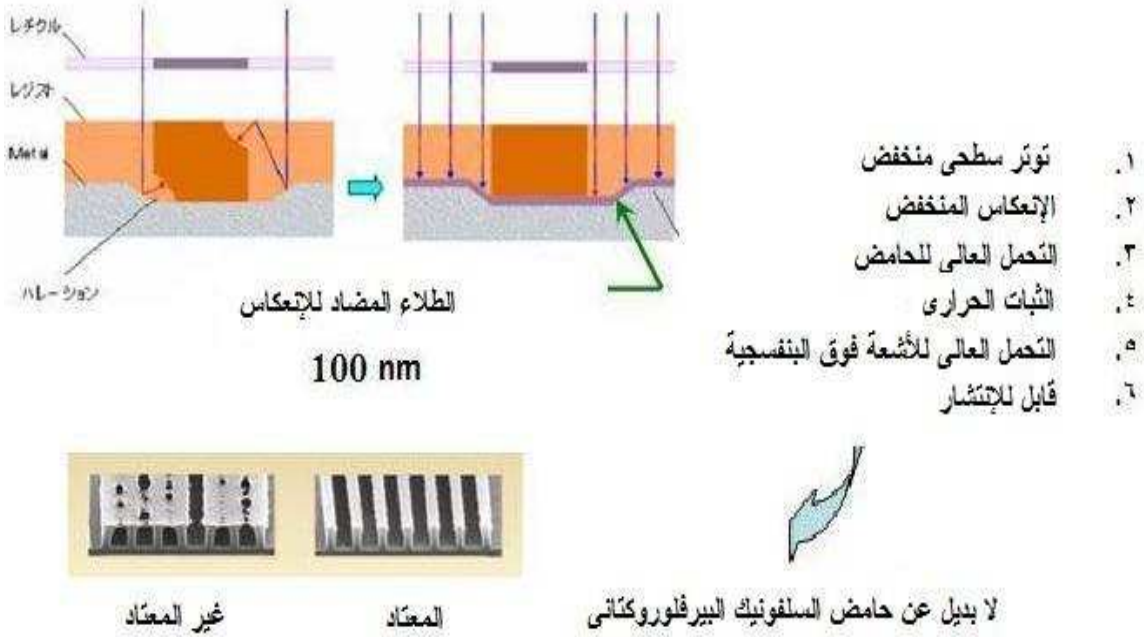
لا يبدل عن حامض السلفونيك بيرفلوروكتاني

شكل 4.2. وصف الاستخدامات الدقيقة المقاومة للضوء لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والمواد ذات الصلة به في عمليات الطباعة الحجرية (المعدنية) (مجلس رابطة أشباه الموصلات الياباني لصناعات الإلكترونيات وتكنولوجيا المعلومات). ملاحظة الأرقام من 1-6 تشير إلى وصف الوظائف الهامة لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والمواد ذات الصلة به عند استخدامها كمكون للمادة المقاومة للضوء.

يستخدم حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان كمكون من مادة مقاومة للضوء (أنظر الشكل 4.2)، بما في ذلك مولد حامض الصور أو المادة الخافضة للتوتر السطحي، أو الطلاء المضاد للانعكاس، المستخدمة في عملية الطباعة الحجرية (المعدنية) الدقيقة لإنتاج أشباه الموصلات أو مكونات مماثلة من الأجهزة الإلكترونية أو غيرها من الأجهزة الصغيرة الحجم (أنظر الشكل 5.2). المقاومة للضوء هي مادة من البوليمر لازمة لتشكيل دائرة كهربائية في عملية

الطباعة الحجرية (المعدنية). يضاف حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان إلى المادة المقاومة للضوء لجعلها تذوب في الماء، وكذلك لإعطائها نشاطاً سطحي. ونظراً لشطف (غسل) المادة المقاومة للضوء أثناء عملية الطباعة الحجرية التصويرية، فإن حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان لا يتبقى منه شيئاً في أشباه الموصلات.

تتضمن صناعة أشباه الموصلات سلسلة من عمليات الطباعة الحجرية التصويرية. وحيث أن الانعكاس المشتت يمكن أن يؤدي إلى اضطراب في شكل الدائرة الكهربائية في التصميم، وعلى ذلك فإن الطلاء المضادة للانعكاس سوف يكون ضرورياً لتجنب الاضطرابات خلال عمليات الطباعة الحجرية التصويرية. يستخدم حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في مواد الطلاء المضادة للانعكاس لإعطاء نشاط سطحي ولتنظيم الخصائص الانعكاسية للطلاء بين المعدن وبين الطبقات المقاومة (أنظر الشكل 5.2). ونظراً لأن المواد المقاومة للضوء يتم غسلها أثناء عملية الطباعة الحجرية (المعدنية)، لذلك فإن حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان لا يتبقى في أشباه الموصلات. هناك العديد من موردي المقاومات يقوموا ببيع الطلاء العلوي المضاد للانعكاس (TARC)، الطلاء السفلي المضاد للانعكاس (BARC)، والذي يستخدم بالاشتراك مع الأشعة فوق البنفسجية العميقة (DUV) المقاومة للضوء. وتنطوي العملية على وضع طلاء علوي رقيق فوق المادة المقاومة لتقليل الضوء المنعكس، وكثيراً ما يتم طلاء النظارات وعدسات الكاميرات بنفس الطريقة ولنفس الأغراض.



شكل 5.2. وصف لاستخدامات الدقيقة للطلاء المضاد للانعكاس لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان PFOS والمواد ذات الصلة به في عمليات الطباعة الحجرية التصويرية. (مجلس رابطة أشباه الموصلات الياباني لصناعات الالكترونيات وتكنولوجيا المعلومات). ملاحظة الأرقام من 1-6 تشير إلى وصف الوظائف الهامة لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والمواد ذات الصلة به عند استخدامها كمكون للمادة المقاومة للضوء.

على الرغم من ما يجري في السنوات الأخيرة من بحث وتطوير، إلا أنه لا توجد حالياً مواد بديلة، لبعض الاستخدامات الخاصة لحمض السلفونيك بيرفلورو اوكتان، والتي توفر الوظيفة الدقيقة وتعادل الأداء المطلوب في هذه المستويات من التكنولوجيا.

في صناعة الطباعة الحجرية (المعدنية)، هناك القليل من البدائل المتاحة التي من شأنها أن تسمح بإحلال شامل لحمض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في التطبيقات الهامة. وعلى هذا فان التكنولوجيات الجديدة للطباعة الحجرية (المعدنية)، والتي تعتبر تفاصيلها من الأسرار التجارية، تستخدم مقاوم الضوء بدرجة أقل لكل رقاقة، كما أن المستحضرات الجديدة المقاومة للضوء تحتوي على تركيزات أقل بكثير من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان. وتتمثل الاستخدامات غير الهامة لحمض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في مزيلات الحواف البارزة، ومانعات الالتصاق أو مواد التحميص.

3.7.2. صناعة التصوير الضوئي

عادة ما تستخدم المواد الكيميائية القائمة على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في الأغراض التالية في شكل مخاليط، وفي مواد الطلاء المستخدمة في أفلام التصوير الضوئي، وأوراق، وألواح الطباعة (RPA association, 2004):

- المواد الخافضة للتوتر السطحي
- مواد السيطرة على الشحنات الكهروستاتيكية
- مواد التحكم في الاحتكاك
- المواد الطاردة للأتربة
- مواد التحكم في الالتصاق

إن استخدامات حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في هذه الصناعة تتضمن طلاءات التوتر السطحي والتدفق الكهربائي، والتحكم في الالتصاق لأفلام التصوير التناظرية والرقمية، والأوراق، وألواح الطباعة، وكما مادة خافضة للتوتر السطحي في المخاليط المستخدمة في عملية تصنيع أفلام التصوير.

3. أسس أفضل التقنيات المتاحة/أفضل الممارسات البيئية في إدارة المواد الكيميائية لحمض السلفونيك بيرفلورو اوكتان

1.3. المعايير العامة لأفضل التقنيات المتاحة/أفضل الممارسات البيئية

يصف هذا القسم المبادئ، والتدابير، واحتياطات السلامة التي تنطبق على جميع أنواع المنتجات والصناعات المتعلقة بحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في المجالات التالية:

• التخزين، والتداول، واختيار الجرعات، والتوزيع، والنقل.

• تحسين المعرفة بالمواد الخام المستخدمة.

• تقليل/تعظيم الاستفادة من المواد الكيميائية المستخدمة

• المعدات (الأدوات).

تم وصف المبادئ الإرشادية والتي تنطبق فقط على فئات عمليات خاصة في الفصل الرابع.

1.1.3. التخزين والتداول والجرعات والتوزيع و النقل لحمض السلفونيك بيرفلورو اوكتان

ينبغي توخي الحذر عند التخزين، والتناول، والجرعات، والتوزيع، ونقل المنتجات المحتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان لضمان ما يلي:

• التخزين السليم وفقا لتعليمات كشف (صحيفة) بيانات سلامة المادة.

• وضع بطاقة ملصقات صحيحة على الحاويات والمعدات في غرف التخزين الخاصة، الحاويات أو مواقع المواد الكيميائية السامة والمتفجرة وذلك لتفادي التسرب والانسكاب.

• تحضير الجرعات والتوزيع دون حدوث انسكاب في أنظمة الجرعات الآلية.

• استخدام حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان بالقدر الضروري فقط للعملية، وذلك من خلال قياس وتسجيل معدل الاستهلاك لحمض السلفونيك بيرفلورو اوكتان.

2.1.3. تحسين المعرفة بالمواد الخام المستخدمة

عند التعامل مع المنتجات أو المستحضرات التي تحتوي على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان، فإن المعلومات التالية يمكن جمعها وتحليلها وذلك للتخطيط السليم في التعامل معها:

• معلومات من المورد بشأن المواد الكيميائية الأساسية والمساعدة فيما يتعلق بالتخزين السليم والتداول، والخصائص البيئية (مثل الاحتياج الكيميائي من الأكسجين COD، احتياج الخمس أيام من الأكسجين الحيوي BOD₅، السمية

المائية، ودرجة التدهور الحيوي/الاستبعاد الحيوي، المحتوى من النيتروجين والفسفور والكبريت والمركبات ذات الصلة بالهالوجينات العضوية القابلة للادمصاص (AOX)، نوع وكمية المركبات الطيارة، معامل الانبعاث، الجوانب المتعلقة بالصحة والسلامة).

- معلومات من المورد بشأن أنواع مواد التحضير، كميات المونومير المتبقية ومحتويات المذيب في المواد الخام.
- الخصائص الكيميائية والفيزيائية موضع الاعتبار من أجل التعامل السليم.

3.1.3. تقليل/تعظيم الاستفادة من المواد الكيميائية المستخدمة

يمكن الأخذ في الاعتبار الإجراءات التالية بغرض تقليل وتعظيم الاستفادة من المواد الكيميائية المحتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان:

- تجنب أي نوع من المواد الكيميائية الفلورية المستخدمة والمواد المساعدة التي قد يكون لها القدرة على التحول إلى أو ينبعث منها حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان.
- استخدام المواد الكيميائية الفلورية التي لا تتحول أو ينبعث منها حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان، إلي جانب إجراء عملية مراجعة منتظمة للوصفات التي تشمل المواد المساعدة والمواد الكيميائية التي لها درجة عالية من التدهور الحيوي/الاستبعاد الحيوي. وتفضل المواد منخفضة السمية الإيكولوجية والبشرية، قليلة التطاير وذات كثافة رائحة منخفضة.
- تجنب الفواض من المواد الكيميائية والمواد المساعدة المستعملة.
- تجنب الأجهزة الإضافية بقدر الإمكان (أجهزة الرش، وأجهزة استخدام الرغوى، وأجهزة الغزل الخاصة).
- تقليل استخدام حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان أو المواد ذات الصلة به إلى أدنى مستوى ممكن إذا لم يكن هناك إمكانية لاستبداله.

4.1.3. المعدات

يجب الأخذ في الاعتبار ما يلي عند اختيار واستخدام المعدات:

- استخدام المعدات المصنوعة من المواد التي تتحمل التآكل.
- قصر استخدام المعدات علي حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان أو أملاحه فقط.
- تركيب الهوايات في المكان المتوقع تطاير المواد فيه، ولمنع الانبعاثات في البيئة، وتركيب أجهزة جمع الغبار، أو أجهزة التنظيف، أو الأجهزة المشابهة.
- استخدام المواد التي من المرجح ألا تسبب تآكل لأنابيب المعدات، أو أنابيب مياه الصرف.

5.1.3. الملخص

يمكن تلخيص التدابير العامة لأفضل التقنيات المتاحة/أفضل الممارسات البيئية لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان على النحو التالي:

- إجراء التخزين السليم للمنتجات التي تحتوي على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان.
- تنفيذ عمليات التصنيع في نظام مغلق في مواقع محدودة.
- الحفاظ على المفاعلات والحاويات والأنابيب التي تحتوي على المواد الأولية ذات الصلة بحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في حالة جيدة محكمة الغلق دون تسريب.
- جمع والتخلص من حمض ومذيب النفايات عند نهاية عملية التصنيع بطريقة بيئية سليمة، حيثما يكون مناسباً، وعلي هذا فإن عملية الحرق على درجة حرارة مرتفعة قد تكون وسيلة موثوق بها لمعالجة النفايات المحتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان.
- استخدام حاويات تامة الغلق للمنتجات المحتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان لضمان عدم وجود أي تسرب أو تطاير.
- تعليق بطاقة ملصقات بالتركيز وكذلك كشف (صحيفة) بيانات سلامة المواد لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان أو المواد المحتوية عليه أو بادئاته مع أي من المنتجات التجارية التي تحتوي عليه.
- استعادة مياه الصرف المحتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان، وفصلها إذا أمكن ذلك، وتقليل حجم مياه الصرف، والتعامل معها بشكل صحيح.

2.3. إدارة المياه، الغازات المنبعثة (غازات العادم) وإدارة النفايات الصلبة

ويمكن الأخذ في الاعتبار التدابير التالية لإدارة المياه، وإدارة الغازات المنبعثة (غازات العادم) والنفايات الصلبة:

- تجنب التسرب والارتشاح .
- الاستعاضة عن التشطيف الزائد أو التقليل من استهلاك المياه في التشطيف عن طريق التحكم الأمثل في العملية.
- إعادة استخدام حمامات التشطيف، وبخاصة حمامات التشطيف النهائية.
- عكس تدفق التيار في الغسيل المستمر .
- تنظيف وإعادة تدوير مياه التشغيل من تيارات معينة من مياه الصرف منخفضة التلوث.
- ضمان سلامة التشغيل في المكان لتفادي التعرض غير الضروري والحوادث.
- استخدام مواد التجهيز منخفضة الانبعاثات من خلال سلسلة الإمداد الكلية أينما أمكن.

- استخدام الخيارات منخفضة الانبعاثات.
- الجمع المنفصل للنفايات الصلبة التي تحتوي على كمية غير معروفة من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والمواد ذات الصلة به.
- تخزين هذه النفايات في مقابل دفن النفايات الخاضعة للرقابة (علي سبيل المثال موقع دفن النفايات مع ضمان عدم وجود تسرب في البيئة المحيطة).
- إعادة استخدام وإعادة التدوير لمنتجات النفايات المعروفة الخالية من المركبات المشبعة بالفلور (RPA) (association with BRE ENV., 2004).
- تدمير غير قابل للانعكاس للنفايات المحتوية على كمية غير معروفة من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والمواد ذات الصلة به عند درجة حرارة تعادل 1100° كحد أدنى.
- تجنب خلط المحاليل الخالية من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان أو ماء الغسيل بالمحاليل المحتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان.

3.3. تداول ومعرفة تدفق النفايات

ينبغي أن يؤخذ في الاعتبار المعلومات الآتية عند إدارة تدفق النفايات: (أ) المعاملات التي يتم تنفيذها، (ب) أنواع ومنشأ وأصول النفايات حتى يتم قبولها ومعالجتها، (ت) وإجراءات التداول مع الأخذ في الاعتبار المخاطر المرتبطة بها.

يشمل متابعة تدفق النفايات تنفيذ الإجراءات التالية:

- إجراءات ما قبل القبول
- إجراءات القبول
- إجراءات المختلفة لأخذ العينات
- مرفق الاستقبال

سيتم مناقشة كل من أفضل التقنيات المتاحة وأفضل الممارسات البيئية لكل من هذه المناطق في الأقسام الأربعة المقبلة

1.3.3. إجراءات ما قبل القبول

يجب الأخذ في الاعتبار في تنفيذ إجراءات ما قبل القبول على الأقل العناصر التالية:

- اختبارات للنفايات الواردة فيما يتعلق بالمعاملة المقررة.

- توفر جميع المعلومات الضرورية عن طبيعة عمليات إنتاج النفايات، بما في ذلك التغيير في العملية. يجب أن يكون لدى الأشخاص العاملين بإجراءات ما قبل القبول القدرة على التعامل مع جميع الأسئلة ذات الصلة بمعالجة النفايات في مرفق معالجة النفايات.
- نظام لتوفير وتحليل العينات الممثلة للنفايات من عملية الإنتاج المنتجة هذه النفايات من صاحبها الحالي.
- نظام للتحقق بدقة، إن لم يكن هناك تعامل مباشر مع منتجي النفايات، عن المعلومات التي تم استقبالها في مرحلة ما قبل القبول، بما في ذلك تفاصيل الاتصال مع منتجي النفايات، إضافة للوصف المناسب لمكونات النفايات وخطورتها.
- وجود رمز (كود) وطني للنفايات، متوفر، مخصص.
- علاج مناسب لكل نوع من النفايات يتم استقباله في المنشأة عن طريق تحديد طريقة المعالجة المناسبة والتحري عن كل نوع من النفايات الجديدة وإتباع منهجية واضحة لتقييم المعالجة لتلك النفايات، مع الأخذ في الاعتبار الخواص الفيزيائية والكيميائية لكل نوع من النفايات علي حده والمواصفات الخاصة بالنفايات التي تم معالجتها.
- إذا لزم الأمر، فانه من الضروري إجراء اختبار معلمي لتوصيف النفايات لتحديد تركيز حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان.

2.3.3. إجراءات القبول

- تتضمن إجراءات القبول تنفيذ نظام واضح ومحدد يسمح للشخص القائم بالعمل بقبول النفايات في محطة الاستقبال فقط إذا ما تم تحديد طريقة علاج واضحة ومسار التخلص/الاستعادة للمخرجات من عملية المعالجة.
- التخطيط لهذه الإجراءات ينطوي أيضاً على ضمان احترام كفاءة العلاج الضرورية للتخزين وظروف الشحن (مثل معايير القبول للمخرجات من قبل المنشآت الأخرى):
- اتخاذ التدابير اللازمة للتوثيق التام والتعامل مع النفايات المقبولة الواردة إلى الموقع، مثل نظام الحجز المسبق، على سبيل المثال، لضمان توفر القدرة الكافية للمعالجة.
- وجود معايير واضحة لا لبس فيها لرفض النفايات والإبلاغ عن كل الأشياء غير المتوافقة.
- توفر نظام لتحديد الحد الأقصى للنفايات التي يمكن تخزينها في المنشأة.
- إجراء عملية الفحص البصري للنفايات لقراءة مدى الالتزام بالمواصفات الواردة خلال إجراءات ما قبل القبول. وقد يكون هذا الفحص غير قابل للتطبيق في حالة بعض النفايات السائلة والخطرة.

3.3.3. إجراءات أخذ العينات

يمكن تنفيذ إجراءات أخذ العينات المختلفة لمختلف سفن النفايات الواردة التي تسلم كميات كبيرة/أو حاويات تحتوي على العناصر التالية:

- إجراءات أخذ العينات على أساس إتباع منهج المخاطر، والتي يمكن أن تعتبر نوع النفايات (علي سبيل المثال خطرة أو غير خطرة) ومعلومات عن العميل (على سبيل المثال منتج النفايات).
- المعايير الفيزيائية والكيميائية لجميع مواد النفايات المسجلة.
- إجراءات أخذ العينات المختلفة للكميات الكبيرة (السائلة والصلبة)، والحاويات الصغيرة والكبيرة، والعينات العملية. ويجب زيادة عدد العينات التي يجب أخذها بزيادة عدد الحاويات. وفي الحالات القصوى، لا بد من فحص جميع الحاويات الصغيرة في مقابل أوراق العمل المرفقة. وينبغي أن تتضمن الإجراءات نظام لتسجيل عدد العينات ودرجة التقارب.
- تفاصيل عن طريقة أخذ العينات من النفايات في براميل داخل خزانات معينة، على سبيل المثال، النطاق الزمني بعد الاستلام.
- العينات قبل قبولها.
- الاحتفاظ بسجل عن اخذ العينات في المنشأة لكل حمولة، جنباً إلى جنب مع سجل عن المبررات إلى تعزز كل اختيار للتعامل مع العينة، متضمنة النظم التي تم إتباعها التحديد هذا الاختيار وتسجيل هذه البيانات.
- موقع مناسب لنقاط أخذ العينات.
- قدرة السفينة المحملة التي سيؤخذ منها العينات (بالنسبة للعينات من البراميل، هناك عامل إضافي وهو العدد الإجمالي للبراميل).
- عدد العينات ودرجة التقارب.
- ظروف التشغيل أثناء أخذ العينات.
- توفر نظام يضمن أن يتم تحليل العينات المأخوذة من النفايات.
- التخزين المؤقت، في حالة درجات الحرارة المحيطة الباردة، لضمان السماح بأخذ العينات بعد إزالة الجليد، مما قد يؤثر على إمكانية تطبيق بعض البنود أعلاه.

4.3.3. مرفق (منشأة) الاستقبال

يمكن أن يشمل مرفق (منشأة) الاستقبال القضايا التالية علي الأقل:

- معمل لتحليل جميع العينات بالسرعة المطلوبة بإتباع أفضل التقنيات المتاحة BAT. وعادة ما يكون ذلك مطلوباً لضمان نظام جودة قوي، وطرق مراقبة الجودة والحفاظ على سجلات مناسبة لتخزين نتائج التحليل. وبصفة خاصة وبالنسبة للنفايات الخطرة، فهذا يتطلب غالباً أن يكون المعمل واقعا داخل الموقع.
- تخصيص منطقة حجر (عزل) لتخزين النفايات، فضلا عن توافر إجراءات مكتوبة عن كيفية إدارة النفايات غير المقبولة. ويمكن تخزين النفايات مؤقتا هناك بأمان إذا كانت المعاينة أو التحليل المبدئي يشير إلى أنها لا تلبى معايير القبول (بما في ذلك، على سبيل المثال البراميل التالفة أو المتآكلة أو الغير معنونة). ويمكن تصميم وإدارة مثل هذا التخزين والإجراءات لتعزيز الإدارة السريعة (عادة مسألة أيام أو أقل) والي إيجاد حل لهذه النفايات.
- إجراءات واضحة لكيفية التعامل مع النفايات عندما يثبت الفحص و/أو التحليل أنها لا تلبى معايير القبول للمصنع أو لا تتناسب مع وصف النفايات الواردة للمحطة أثناء إجراءات ما قبل القبول. تشمل تلك الإجراءات جميع التدابير، كما هو مطلوب عن طريق التصريح أو التشريع الوطني/أو الدولي، بغرض: إبلاغ السلطات المختصة والتخزين الآمن للرسالة لأي فترة انتقالية، أو رفض النفايات وإرجاعها مرة أخرى إلى منتج النفايات أو إلى أي هيئة معتمده أخرى .
- عدم وضع النفايات في منطقة التخزين إلا بعد قبولها.
- علامات معاينة واضحة، بحيث تمثل مناطق التفريغ وأخذ العينات علي خريطة الموقع.
- نظام مغلق للصرف .
- التأهيل والتدريب المنتظم للعاملين المشاركين في كل من إجراءات أخذ العينات، الفحص، وإجراءات تحليل العينات.
- استخدام نظام معرف ومتميز لتتبع النفايات (ملصق/الكود) لكل حاوية في هذه المرحلة. وسيلة التعريف هذه يجب أن تحتوي على الأقل على تاريخ الوصول للموقع وكود النفايات.

4.3. الصحة المهنية وإجراءات السلامة

يقدم هذا القسم وصفاً للإجراءات والمعدات والتدابير المتعلقة بالتعامل مع حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان، والحماية الخاصة والشخصية عند العمل مع حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان وإجراءات الإسعافات الأولية.

1.4.3. احتياطات التعامل مع حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان

إجراءات اكتشاف التسرب والانسكاب:

- إغلاق مصدر التسرب، إذا كان ذلك ممكناً دون خطورة.
- احتواء التسرب عن طريق الحواجز والجدر .
- استيعاب التسرب بواسطة الطفلة، نشارة الخشب، أو أي مادة ماصة أخرى.
- وضع جميع المواد المنسكبة، والأوساخ الملوثة، وغيرها من المواد الملوثة في براميل معتمدة بغرض التخلص منها.

التخلص من النفايات:

- يتم التخلص من النفايات وفقاً للوائح المحلية/أو الوطنية.

التعامل والمعدات الخاصة:

- لا توضع المنتجات المحتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في العيون، وعلى الجلد أو الملابس.
- عدم استخدامها داخلياً.
- لا تتنفس الأبخرة.
- تحفظ بعيداً عن الحرارة، والشرر، واللهب المكشوف.

احتياجات التخزين:

- تخزين وتحفظ في مكان بارد وجاف بعيداً عن الحرارة، والشرر، واللهب المكشوف.
- التخزين في منطقة جيدة التهوية.

2.4.3. الحماية الخاصة والشخصية: حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان

- التهوية الميكانيكية: يوصى باستخدام التهوية الميكانيكية عند استخدام المنتجات المحتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في مكان محكم. خلافاً لذلك، يمكن الاستخدام في منطقة يتوفر فيها حركة الهواء الطبيعي.
- حماية الجهاز التنفسي: في العمليات التي يمكن أن ينطلق منها البخار، يجب ارتداء جهاز تنفس صناعي مع اسطوانة أو وعاء البخار العضوي.
- القفازات الواقية: من المطاط أو النيوبرين (مطاط صناعي).
- حماية العين: نظارات واقية.
- معدات الوقاية الإضافية: ينبغي أن تكون زجاجات غسل العين أو غيرها من أدوات الشطف متاحة وقريبة.

3.4.3. إجراءات الإسعافات الأولية

للعيون:

- اغسل العين على الفور بكمية ماء متدفقة لمدة لا تقل عن 15 دقيقة.
- الاتصال بالطبيب المختص في حالة استمرار الالتهاب.

للجلد:

- اغسل الجلد بالماء المتدفق أو بالماء والصابون إن وجدت.
- إزالة الملابس الملوثة.
- الاتصال بالطبيب المختص في حالة استمرار الالتهاب.

للاستنشاق:

- الخروج إلى الهواء الطلق.
- في حالة توقف التنفس، عمل تنفس صناعي بسرعة.
- حافظ على دفء الجسم والهدوء واحصل على الرعاية الطبية اللازمة.

للابتلاع:

- إذا كان واعياً، يستحث على التقيؤ فوراً بإعطائه كوبين من الماء ودفع الإصبع إلي أسفل الحلق.
- الحصول على عناية طبية سريعة.
- بعد تقيؤ المريض، يعطى المريض اللبن أو الماء أو بيكربونات الصوديوم في الماء ليشربها، مع الأخذ في الاعتبار أنه يحظر إعطاء تناول أي شيء عن طريق الفم للشخص الفاقد الوعي أو الذي يعاني من التشنجات.

4. التدابير الخاصة بأفضل التقنيات المتاحة/أفضل الممارسات البيئية حسب فئة العملية

1.4. المواد المظلمة والمشربة

إن أفضل التقنيات المتاحة وأفضل الممارسات البيئية بالنسبة لاستخدامات المنسوجات ولوازم التنجيد المقاومة للأتربة والمياه هي:

- استخدام المواد الكيميائية الفلورية والمواد المساعدة ذات الخصائص المعروفة والقليلة الخطورة التي لا تحتوي على، أو تتحول إلى أو ينبعث منها حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والمواد ذات الصلة به.

- استبعاد البوليمرات ومنتجاتها الثانوية (الشوائب) وسلوك نواتج التحلل في معالجة مياه الصرف التي تؤدي إلى حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان.

1.1.4. تقليل/تعظيم الاستفادة من المواد الكيميائية المستخدمة

تعتبر المواد الكيميائية الطاردة (الصادة) للماء والزيت والقائمة على ألكيل الفلور المشبع هي مواد غير قابلة للتدهور. في الماضي، استخدمت المنتجات ذات المحتوى العالي من الفلور (9-13% بالوزن فلور) وذلك لتحقيق تأثيرات جيدة. هذه المنتجات، وبوليمرات الفلوروكربون FC تكون ثابتة وأيضا قد تتحطم و/أو تطلق مواد كيميائية مشبعة بالفلور منخفضة الجزيئات.

وقد أظهرت المستجبات التي حدثت خلال السنوات الماضية، أنه مع تحسين تجانس المواد الكيميائية المشبعة بالفلور عند استخدامها على الأسطح، فإنه يمكن بدرجة كبيرة التقليل من كمية الكربونات المفلورة المحتوية على سلسلة كربون مفلور ثابتة مع إمكانية تحللها إلى حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان دون حدوث انخفاض ملحوظ في الأداء.

وعلى ذلك فإن أفضل التقنيات المتاحة/أفضل الممارسات البيئية لهذه الاستخدامات هي:

- تجنب استخدام مواد زائدة من المواد الكيميائية والمواد المساعدة.
- استخدام مواد الارتباط التي تساعد في تشكيل الفيلم وزيادة بقاء الغسيل.
- استخدام المواد الباسطة ذات القدرة على تحسين التنظيم الذاتي للبوليمر الفلوروكربوني وتحافظ على البوليمرات الفلوروكربونية.
- العمل في ظروف علاج مناسبة للحصول على التوجيه الأمثل و الروابط المتبادلة لتنشيط الفلوروكربون على النسيج.
- التأكد من أن النسيج المعد للاستخدام خالي من المواد التي يمكن أن تعرقل التنظيم الذاتي للفلوروكربون، مثل المنظفات أو مواد إعادة البيل.
- تجنب الاستخدام بالرش بقدر الإمكان.

2.1.4. استخدام التشطيب بالمواد الكارهة للماء في المنسوجات ولوازم التجديد

يمكن استخدام العمليات التالية للتقليل من التأثير على البيئة ولضمان بيئة عمل آمنة.

تسليم وتخزين المنتج

يتم توفير المستحلبات المائية في براميل أو حاويات الجملة الوسيطة، وتخزينها في مستودع المصنع. يتم نقل المنتج وتسليمه عن طريق الشاحنات.

إعداد سوائل الاستخدام

يتم تخفيف المستحلب المائي للبوليمر بالماء في وعاء التحضير، ويكون التركيز النموذجي هو 10-80 جم/لتر. يأخذ العامل الكمية المطلوبة من المنتج (وفقا للتعليمات الموصوفة) من حاويات الجملة الوسيطة IBCs أو الحاوية بواسطة الدلو (الجردل) وتعبئته في إناء التحضير. ويوصى بارتداء القفازات الواقية المصنوعة من نتريل المطاط، ونظارات السلامة وملابس العمل الواقية كأدوات حماية شخصية، والتي بدونها يمكن أن يتعرض العامل للمنتجات المحتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان. بعد الاستخدام، يتم شطف الدلو بالماء، الذي تتم إضافته إلى سوائل الاستخدام، وتخفف بالكمية المتبقية من الماء.

نقل سوائل الاستخدام

يتم نقل سوائل الاستخدام من خلال نظام الأنابيب المغلقة.

تشطيب النسيج

يتم غمر النسيج في محلول الاستخدام، ثم تعصر بواسطة درافيل آلة الغزل. يتم بعد ذلك إعادة السائل الناتج من العصر من سائل الاستخدام مرة أخرى إلى آلة الغزل (معدات الاستخدام الإضافية). يتراوح وقت التشطيب ما بين 2 - 8 ساعات، على أن يكون هناك عامل واحد مسئول عن التحكم في هذه العملية.

التجفيف والتكثيف

تجري عملية تجفيف النسيج في المجفف (فرن التجفيف)، حيث يتم التجفيف والعلاج. وتكون درجة الحرارة النموذجية للتجفيف والتكثيف ما بين 150°-180°، خلال هذه الخطوة تتبخر كافة المكونات المتطايرة (مثل الماء والمذيبات العضوية). على ذلك، فينصح بالنسبة للهواء العادم، والذي قد يحتوي على أبخرة محتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان، بأن يتم إطلاقه مباشرة في البيئة عن طريق وحدة هواء العادم، أو أن يتم تمريره إلى غسالة هواء العادم.

لف النسيج

يتم لف النسيج بعد خروجه من فرن التجفيف.

تنظيف المعدات

يتم شطف المعدات (أوعية الإعداد و آلة الغزل) بكميات قليلة من الماء. وغالباً ما تضاف مياه الشطف إلى المتبقي من سائل الاستخدام.

أفضل الممارسات البيئية هي إعادة استخدام سائل الاستخدام المتبقي وحفظه لدفعه في عملية الإنتاج المقبلة. إذا لم يكن هذا ممكناً، فلا بد من التخلص منها وفقاً للوائح المحلية أو الوطنية لمياه الصرف الصناعي.

ينصح بارتداء القفازات الواقية المصنوعة من نيتريل المطاط، ونظارات السلامة، وملابس العمل الواقية كأدوات الحماية الشخصية أثناء عملية تنظيف المعدات.

2.4. المبيدات الحشرية

غالباً ما يتم إنتاج سلفوراميد في نظام مغلق، بدون اطلاقات (تصريفات، والفقدان، أو الانبعاثات). يمكن من خلال أفضل عملية متاحة الحصول على منتج بدرجة نقاوة لا تقل عن 98%. لقد أدخل السلفوراميد إلى البرازيل لأول مرة في عام 1993، بعد التأكد من كفاءته العالية ضد العديد من أنواع النمل القاطع للأوراق، ولتحل محل المادة الفعالة دوداكالور dodecachlor. المواد الفعالة المستخدمة حالياً في طعوم النمل هي السلفوراميد، فيرونيل وكلوربيريفوس. يسبب كل من فيرونيل وكلوربيريفوس سمية حادة للتدبيبات، والكائنات المائية، والأسماك، والنحل أكثر من السلفوراميد. أظهرت أيضاً الدراسات المقارنة انخفاض كفاءة طعوم النمل مع الفبرونيل والكلوربيريفوس.

يستخدم السلفوراميد كمادة فعالة في تصنيع طعوم النمل في المستحضرات الجاهزة للاستخدام (3 جم/كجم). يستخدم سلفوراميد كمادة فعالة في تصنيع طعوم النمل لمكافحة النمل القاطع للأوراق مثل جنس *Atta* (saúvas) و *Acromyrmex* (quenquéns)، وهي الحشرات التي تلحق الأضرار بقطاع الزراعة.

تقدم الطعوم في صورة حبيبات (كريات صغيرة)، وتستخدم في معاملة الأماكن بالقرب من فتحات عشوش النمل. يحمل النمل الطعوم إلى العشوش، ويدمجهم في الحقائق الفطرية. وبذلك يظل السلفوراميد مدمص أو مرتبط بقوة بالمادة العضوية.

المبيد المناسب المستخدم في تجهيز طعوم النمل يكون مميئاً عند التركيزات المنخفضة منه، عن طريق بلعها، ويظهر تأثير سام لاحق. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي أن يكون عديم الرائحة وغير طارد، وبذلك يمكن نثره وتوزيعه من خلال التبادل الغذائي لمعظم الشغالات في مستعمرة النمل. المنتجات ذات الفعل السام السريع سوف تقتل الكثير من النمل في

الساعات الأولى التالية لاستخدامها، مما يعيق أو يعرقل توزيع المبيد في جميع أجزاء المستعمرة. كما أنها تسبب اضطرابات معينة في عش النمل، وقد توقف بعض أنشطتها بصورة مؤقتة، مثل قطع الأوراق.

تعتبر الطعوم المحببة هي الأسلوب الأكثر استخداماً وعلى نطاق واسع لمكافحة النمل القاطع للأوراق، وتتكون من مزيج من مادة جاذبة (لب البرتقال أو زيت النباتي عادة) ومادة فعالة (المبيد الحشري)، وتقدم في شكل كريات صغيرة. هذه الطريقة لها بعض المزايا الهامة عن الطرق الأخرى. بل هي طريقة منخفضة التكاليف والتي من شأنها أن توفر كفاءة عالية مع خفض المخاطر على صحة البشر والبيئة أثناء الاستخدام، كما أنها تكون متخصصة فقط للأفات المستهدفة. مستحضراتها يتم إعدادها بتركيزات منخفضة من المواد الفعالة، كما أن استخدامها الموضعي لا يتطلب معدات استخدام. يتم استخدام الطعوم مباشرة من عبواتها، دون تلامس جلدي، وتوضع بالقرب من فتحات مدخل العش النشطة أو في مسارات عش النمل وتحمل إلى داخل مستعمرة النمل بواسطة النمل نفسه. يؤدي استخدام المستحضرات الجاهزة للاستخدام إلى تقليل ومنع التعرض البشري لها.

يجب الأخذ في الاعتبار عند استخدام أفضل الممارسات البيئية للطعوم السامة للنمل ما يلي:

- تقدير الإصابة في المناطق.
- تقدير معدل استهلاك الطعم
- التأهيل والتدريب الدوري لفرق مكافحة.
- التوصية بطريقة وفترة الاستخدام.
- تقييم معدل استهلاك الطعم وكفاءة المكافحة.
- تطوير قاعدة البيانات للتحسين المستمر للمراقبة.

تشتمل الاحتياطات المتخذة لضمان سلامة القائمون بالتطبيق فيما يتعلق بالمخاطر الصحية علي استخدام معدات الوقاية الشخصية، مثل الأحذية، والقفازات، والأقنعة الواقية وسترات العمل طويلة الأكمام، كما هو محدد على بطاقة المنتج. علاوة على ذلك، فإنه يتم تبني الاختبارات الدورية، التي تتضمنها قواعد سلامة العمال سواء المحلية أو الوطنية.

3.4. رغاوى مكافحة الحريق

تعتبر منتجات الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة فعالة للغاية في حماية الأرواح والممتلكات، وليس الغرض من هذا الدليل الإرشادي هو الحد من استخدام هذه الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة في خدمات الحماية من الحرائق. هناك العديد من التقنيات المتاحة والممارسات البيئية، والتي يمكن استخدامها للحد من إمكانية الانبعاثات غير المقصودة أو غير الضرورية وتخفيف الآثار الناجمة عن وقوع الحوادث. وأخيراً، فإنه يمكن إدارة المواد المتبقية بصورة مناسبة.

1.3.4. إدارة الحصر

تعريف الحصر

من الممكن إعداد قائمة بأنظمة الحماية من الحرائق والأنواع المرتبطة وكميات الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة المستخدمة في كل نظام أو نوع من المعدات وكيفية المحافظة عليها. وعندما يكون تعريف المنتج غير مؤكداً، فقد تكون خدمات معمل التحليل مجددة. ويمكن أن تكون كشوف بيانات سلامة المواد متاحة في المنشأة حيث تكون الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة قيد الاستخدام. هذه المعلومات قد تكون غاية في الأهمية عند وقوع حوادث. من المهم من الناحية العملية أن تكون الحاويات أو الأوعية (الخزانات) المستخدمة لتخزين مركبات الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة حاملة لعلامات واضحة فيما يتعلق بمحتوياتها.

استعراض الحصر

من المهم أن يتم إجراء مراجعة دورية للحصر لكل من الأنظمة الثابتة والمحمولة التي تحتوي على الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة من أجل تحديد مدى الحاجة المستمرة لاستخدام مثل هذه المنتجات في كل موقع محدد. وبمرور الوقت، يمكن أن يتغير بشكل كبير كل من استخدام وتصنيف حماية المناطق من الحرائق. ويجب أن تشارك أفراد الحماية من الحرائق في هذه القرارات كلما اقتضى الأمر ذلك. يمكن التخلص بشكل مناسب من الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة والتي لم يعد هناك حاجة لها في أي مرفق معين أو موقع معلوم. وكجزء من هذا الاستعراض، فيمكن الأخذ في الاعتبار عمر المنتجات في الحصر جنباً إلى جنب مع إمكانية استبدالها بالمنتجات الأحدث.

2.3.4. التدريب على الرغاوي

تدريب العاملين على الاستجابة لحالات الطوارئ هي خطوة هامة وحاسمة لضمان إمكانية اتخاذ الإجراءات المناسبة في الوقت المناسب في حالة الطوارئ. بالنسبة للتدريب على التمارين العملية على إطفاء الحرائق، فإن التدريب على الرغاوي التي لا تحتوي على المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية يمكن أن يكون متاحاً بسهولة ومستخدم، إن لم تكن هناك ظروف تستدعي غير ذلك.

3.3.4. منع الإنبعاثات غير المقصودة

من المهم أن تكون الإنبعاثات غير المقصودة أو غير الضرورية في البيئة عند حدّها الأدنى بقدر الإمكان. وتحقيقاً لهذه الغاية، فإن هذا القسم يستعرض قائمة من الإجراءات التي يمكن تطبيقها للمساعدة على منع الإطلاقات غير المقصودة في المنشأة و/أو التخفيف من آثار مثل هذا الإطلاقات على البيئة.

الاحتواء الثانوي

- مراجعة جيدة لسلامة نظم الاحتواء الثانوية التي يمكن استخدامها في حالة احتمال حدوث إنبعاثات.
- تحديث هذه الأنظمة، حسب الضرورة، اعتمادا على التقييم الذي تم إجراؤه.

اختبار أنظمة مكافحة الحرائق

- مراجعة الإجراءات لاختبار أنظمة مكافحة الحرائق وتعديلها كلما اقتضت الضرورة وذلك لضمان الاحتواء أو ضبط أي محلول يحتوي على الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة AFFF.
- تجنب الإنبعاثات في المجاري أو التربة اللازمة في أنشطة الاختبار.

تقييم أنظمة الري بالرش

- حصر نظم الري بالرش لتحديد احتمالية التصريف العارض. يجب النظر إلي المناطق التي قد يحدث فيها ضرر مادي لرؤوس الرشاش (مثل حركة مرور المركبات). تقييم دور الانحرافات في كل من درجة حرارة الهواء المحيط أو نظام علي إحداث التصريف.
- تقييم الخيارات وإجراء التغييرات حسب الضرورة.

الصيانة الوقائية

- إجراء صيانة وقائية منتظمة على أنظمة الرشاشات، بما في ذلك الصمامات المانعة للجريان العكسي.

إجراءات الطوارئ

- إنشاء/تعديل إجراءات الطوارئ في مواقع محددة لإدراج الخيارات المقترحة ضمن هذا الدليل الإرشادي (أنظر أيضا القسم 4.3.4).

التدريب

- إجراء التدريب، ولاسيما صيانة المصنع واستجابة موظفي الطوارئ، في هذا الدليل الإرشادي (أنظر أيضا القسم 4.3.4).

سلامة الحاويات

- التفقيش المنتظم للحاويات والأوعية (الخرانات) التي تستخدم في تخزين مركبات الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة. ويمكن أيضا أن يتضمن هذا الإجراء سلامة المناطق ذات الصلة بالاحتواء الثانوي.
- تسجيل نتائج التفقيش.

4.3.4 الاستجابة (التعامل) للإنبعاثات

إجراءات الاستجابة

يمكن استخدام الأسس الإرشادية التالية كاستجابة لإطلاق الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة AFFF:

- تقليل الإنبعاثات المتعمدة للمواد أو ماء الشطف علي التربة.
- تجنب تصريف المادة المطلقة (المنبعثة) أو ماء الشطف في بالوعات الصرف الصحي أو بالوعات المطر.
- تقليل حجم المواد ذات الأثر إلى أقصى حد ممكن.
- ويمكن أيضا لهذه الأسس أن تتضمنها خطط وإجراءات المنشأة للاستجابة لحالات الطوارئ. ومرة أخرى، فيجب أن لا ينال تنفيذ هذا الدليل الإرشادي من حماية الأرواح أو الممتلكات في حالة حدوث طارئ معين.
- يجب أن تكون الاستجابة الأولية لعملية الانبعاث حاسمة من حيث تقليل الآثار المحتملة. تشمل الإجراءات الفورية الممكنة التي يمكن اتخاذها عقب الانبعاث بهدف منع/تخفيف نزوح الانبعاث في البيئة ما يلي:
- استخدام الاحتواء المغلق أو صمامات العزل.
- استخدام الاحتواء الثانوي
- وضع المواد المطلقة في حاويات آمنة في أقرب وقت ممكن (إذا كان ذلك منطقياً)
- بناء حواجز (عوائق) بهدف احتواء/السيطرة على الانسياب (الانسكاب).
- سد الفتحات
- تركيب أغطية لفتحات الصرف
- توجيه المواد المنطلقة إلي برك الاحتواء.
- ضخ المواد المنطلقة إلي داخل شاحنة المجاري التي تعمل بنظام المضخة أو شاحنة الشطف.
- استخدام مزيل الرغوة لتقليل حجم الرغوة
- وضع التربة المتأثرة على البلاستيك وتغطي لمنع الانتشار والانسكاب .

• إضافة المواد الماصة.

تهدف القائمة السابقة فقط إلى اقتراح الإجراءات التي يمكن اتخاذها وليست بالضرورة أن تكون شاملة. وسوف يكون من المفيد أن يكون لكل منشأة خطة استجابة في موقع محدد والتي تعتبر مناسبة وتتضمن الأنشطة والإجراءات ذات الصلة، والبعض منها قد تم ذكره أعلاه.

توثيق الانبعاث

من المهم أيضا تحديد وتوثيق أي انبعاث (انطلاق) يحدث بما في ذلك تقدير الكميات المنطلقة من الرغوي التي تكون طبقة مائية رقيقة AFFF، وطبيعة الإطلاق (أي التركيز أو التخفيف)، وكمية المواد المتأثرة (التربة، والمياه، وغيرها). وهناك طريقتان لتحديد كمية الانبعاث من أنظمة مكافحة الحرائق هما:

- حساب الكمية على أساس الفترة الزمنية التي استغرقتها عملية إخماد الحريق.
- قياس الكمية المتبقية من تركيز رغوي مكافحة الحريق التي تكون طبقة مائية رقيقة AFFF في النظام بعد الحادث ومقارنته بالحصص قبل الإطلاق.

الإخطار بالانبعاثات

يعتبر الأخطار الفوري والمناسب بشأن الانبعاثات (الإطلاق) هي عنصر حاسم آخر. تختلف متطلبات وإجراءات الإخطار تبعاً للمكان الذي حدث فيه إطلاق للرغوي التي تكون طبقة مائية رقيقة AFFF، وطبيعة الإطلاق ومتطلبات المراسلات الحكومية (الاعتبارات يمكن أن تشمل الآثار المحتملة لإمدادات مياه الشرب، والإطلاق في مناطق بيئية حساسة، حجم الإطلاق، واشتراك أطراف خارجية، وما إلى ذلك). متطلبات وإجراءات الإخطار في موقع محدد يمكن تحديدها بوضوح في خطط الاستجابة للطوارئ بالمنشأة، ويتم مراجعتها كجزء من التدريب الروتيني.

5.3.4. إدارة المواد (النفائيات) المتبقية

يتم تحديد إجراءات محددة متعلقة بإدارة النفائيات لكل حالة على حده.

إن أفضل التقنيات المتاحة في التعامل مع مركبات الرغوي التي تكون طبقة مائية رقيقة ومياه الشطف المركزة هي الحرق على درجة حرارة عالية في المنشأة المصممة للتعامل مع تيار النفائيات المهلجنة. يمكن التعامل مع الكميات الصغيرة من المواد الصلبة (التربة، والمواد الماصة، الخ) التي تحتوي على مستويات عالية من الرغوي التي تكون طبقة مائية رقيقة بطريقة مماثلة.

في حالة ما إذا كانت الرغاوي التي تكون طبقة مائية رقيقة موجودة في محلول مخفف (مثل تجميع المياه الناجمة عن انطلاق عرضي لنظام الرش)، فإن العلاج باستخدام حبيبات الكربون المنشطة قد يكون خياراً مناسباً. يمكن الاتصال بيئعي الكربون من أجل الحصول على المساعدة في حالة ما إذا كان العلاج سيتم في الموقع، أو يمكن الأخذ في الاعتبار المعالجة خارج مرافق معالجة مياه الصرف بوسائل المعالجة الثلاثية.

في الحالات التي يتم فيها استخدام مخفف من الرغاوي مكافحة الحريق التي تكون طبقة مائية رقيقة فوق الوقود لمنع أو إطفاء الحريق، فإن التحليل لخيارات إدارة المتبقيات المحتملة يمكن أن يصبح معقداً للغاية. وقد يكون العلاج باستخدام حبيبات الكربون المنشطة هو خيار قابل للتطبيق، على الرغم من أنه قد يكون من المهم إطالة عمر الكربون قبل خطوات المعالجة بغرض إزالة المواد الكيميائية المشبعة بالفلور. جاء الإعلان أيضاً في الآونة الأخيرة عن إمكانية استخدام طريقة الاسموزية العكسية بالارتباط مع ترشيح التخثير الكهربائي كوسائل ممكنة لعلاج مياه مكافحة الحرائق (Baudequin وآخرون عام 2011).

هناك أبحاث جارية لتطوير تقنيات معالجة مبتكرة لإزالة المركبات المشبعة بالفلور من مجاري مياه الصرف (أنظر (Herrera, 2008; Senevirathna, 2010).

4.4. عملية الطلاء المعدني الصلب والزخرفي

تعنى أفضل التقنيات المتاحة وأفضل الممارسات البيئية الحالية إما استخدام حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان عند إغلاق الحلقة بإحكام بحيث يكون من الصعوبة أن يحدث أي انبعاثات (Schwarz, 2011)، أو استخدام خواض التوتر السطحي غير المفلورة القابلة للتدهور بسهولة. ويمكن أن تعتبر البدائل الأخرى من المركبات متعددة الفلور ضمن أفضل التقنيات المتاحة وأفضل الممارسات البيئية فقط إذا ما تم تحسين عملية الإزالة عن طريق تكنولوجيات الامتزاز (الامتصاص) أو الوسائل الأخرى بدرجة كبيرة أو إذا ما تم إثبات عدم وجود ضرر من التدهور في البيئة و/أو السمية البيئية.

مشروع البحث الحالي يدرس التحقق من المواد الممتصة (الممتزات) بهدف تجديدها بحيث يمكن إعادة تدوير الممتص من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان من مياه العملية وإرجاعه إلي العملية. وبشكل قاطع، فإن أفضل التقنيات المتاحة وأفضل الممارسات البيئية هي على النحو التالي:

الكتروليتات (المحاليل المنحلة كهربائياً) (شوارد) الكروم-VI في الطلاء المعدني الصلب والزخرفي:

- توفير التهوية الإضافية للاستخلاص و/أو استخدام خزان كبير مغلف لتقليل التعرض لانبعاثات الكروم-VI إلى المستويات المقبولة عند استخدام الكروم-VI على حد سواء للطلاء المعدني الزخرفي والصلد.
- تطبيق تكنولوجيا جديدة باستخدام الكروم-III بدلاً من الكروم-VI في عمليات الطلاء المعدني الزخرفي.

الطلاء بالكروم الصلب:

- تطبيق نظام الحلقة المغلقة لاستبدال النظام المفتوح التقليدي في عمليات الطلاء المعدني الصلب.
- إحلل المواد المانعة لانتشار الرزاز المحتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان بتلك المواد المتاحة الغير محتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في عمليات الطلاء المعدني الصلب.

إزالة حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان من مياه الصرف:

- جمع والتخلص من النفايات الناتجة من عملية الطلاء المعدني باستخدام حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان PFOS بطريقة بيئية سليمة.

1.4.4. الكتروليتات (شوارد) الكروم -VI في الطلاء المعدني الصلب والزخرفي:

لا يزال يستخدم حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في الطلاء الصلب والزخرفي بالكروم وذلك بسبب أن المواد المبللة الأخرى تتحلل (تدهور) بسرعة أكثر أو أقل وفقا للظروف السائدة، الحمضية القوية والمؤكسدة: "في حالة الطلاء الصلب بالكروم، فإن حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان يعمل عن طريق تخفيض التوتر السطحي وتشكيل حاجز رغوي واحد على سطح حمام الكروم الحامضي، (أنظر شكل 1.4)، والذي يحتفظ بتركيبه كأيروسول، وبالتالي يقلل الفاقد من الكروم-VI المحمول بالهواء من الحمام وتقليل التعرض لهذه المواد المسرطنة (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.3, 2010). نفس الشيء ينطبق على الطلاء الزخرفي بالكروم.



شكل 1.4: الحاجز الرغوي على سطح حمام الكروم.

يمكن أيضا أن يتم تخفيض الايروسولات من خلال التغطية المثلى لحمام الكروم الحمضي والاستهلاك الأمثل، أو تغليف الحمامات.

2.4.4. الطلاء الكهربائي للبلاستيك

في هذا الاستخدام، فإن البلاستيك الأكثر شيوعاً واستخداماً هو الأكريلونيتريل بيوتادين ستايرين. يتم النقش (الحفر) في الخطوة الأولى من المعالجة بهدف إزالة جزء البيوتادين من السطح. يستخدم لذلك حالياً أيضاً محلول مركز من الكروم وحمض الكبريتيك. يتم استخدام حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان لتمكين الأحماض من تبليل لسطح البلاستيك الطارد للماء بقدر الإمكان.

المواد الخافضة للتوتر السطحي غير المفلورة، التي تكون غير سامة وقابلة للتدهور بسهولة، يمكن استخدامها بنجاح في عملية الحفر في حالة ما إذا كان خط الإنتاج مستمراً بدرجة كبيرة جداً. وكشرط مسبق، فلا بد من غمر السلع البلاستيكية في سائل المادة الخافضة للتوتر السطحي قبل إجراء عملية الحفر.

في حالة ما إذا كان الطلب على مقاومة التآكل وصلابة السطح منخفضاً، فإن طريقة الترسيب الفيزيائي للبخر يمكن أن تحل محل عمليات الطلاء الكهربائي في التطبيقات الزخرفية.

3.4.4. مزيد من أنظمة الطلاء الكهربائي

الاستخدامات الأخرى لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان هي الطلاء بالزنك القلوي والطلاء بسبيكة الزنك، الطلاء الكهربائي الممتشيت بالنيكل والكتروليئات (السوائل المنحلة كهربائياً) (شوارد) الحمض القوي مع الأنودات الغير قابلة للذوبان، مثل الكتروليتات (شوارد) المعادن الثمينة (مثل الذهب والبالاديوم والراديوم).

4.4.4. تدابير التفادي أو الحد من إنبعاثات حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في البيئة

منع حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان عن طريق تغيير تقنية الإنتاج

عندما يكون ذلك ممكناً، يجب استخدام عمليات بديلة خالية من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان، مثل استبدال الكتروليتات الكروم-VI بالكتروليتات الكروم-III في الطلاء الزخرفي بالكروم. في بعض الاستخدامات، يمكن لطريقة الترسيب الفيزيائي للبخر أن تحل محل عمليات الطلاء الكهربائي.

تقليل المدخلات من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في أنظمة التحكم في الطلاء الكهربائي

ينطبق الاستثناء المحدد لاستخدام حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان كمادة مبللة فقط على أنظمة الطلاء الكهربائي المتحكم فيها. مثل هذا النظام يمكن اعتباره فقط كنظام متحكم فيه إذا ما كانت الجرعة التي تعطي من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان هي دالة لقيمة تم حسابها لغرض معين. وغالباً لا يحدث ذلك في الواقع. وعلى الرغم من الجهود الكبيرة المبذولة في كثير من الأحيان للحد من انطلاق حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان، إلا أن الكميات

المستخدمة مئة غالبا ما تكون حساباتها أقل دقة بكثير. وفي بعض الحالات. يمكن خفض انبعاث حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان بنسبة قد تصل إلى 50٪، فقط من خلال دراسة مفصلة عن استعمال حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والجرعة المثلي المستخدمة منه (IPPC, 2006).

أفضل التقنيات المتاحة للجرعة المثلي من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان دالة لما يلي:

• قياس التوتر السطحي في الالكتروليت (وليس في البلاستيك المنقوش (المحفور))

• قياس معدل أمبير ساعة (النيكل اللاكهربائي والبلاستيك المحفور)

• الطاقة الإنتاجية لسطح معين

• مقياس ثبات الرغوة (فقط في الكتروليتات الكروم-VI)

إغلاق حلقة المواد

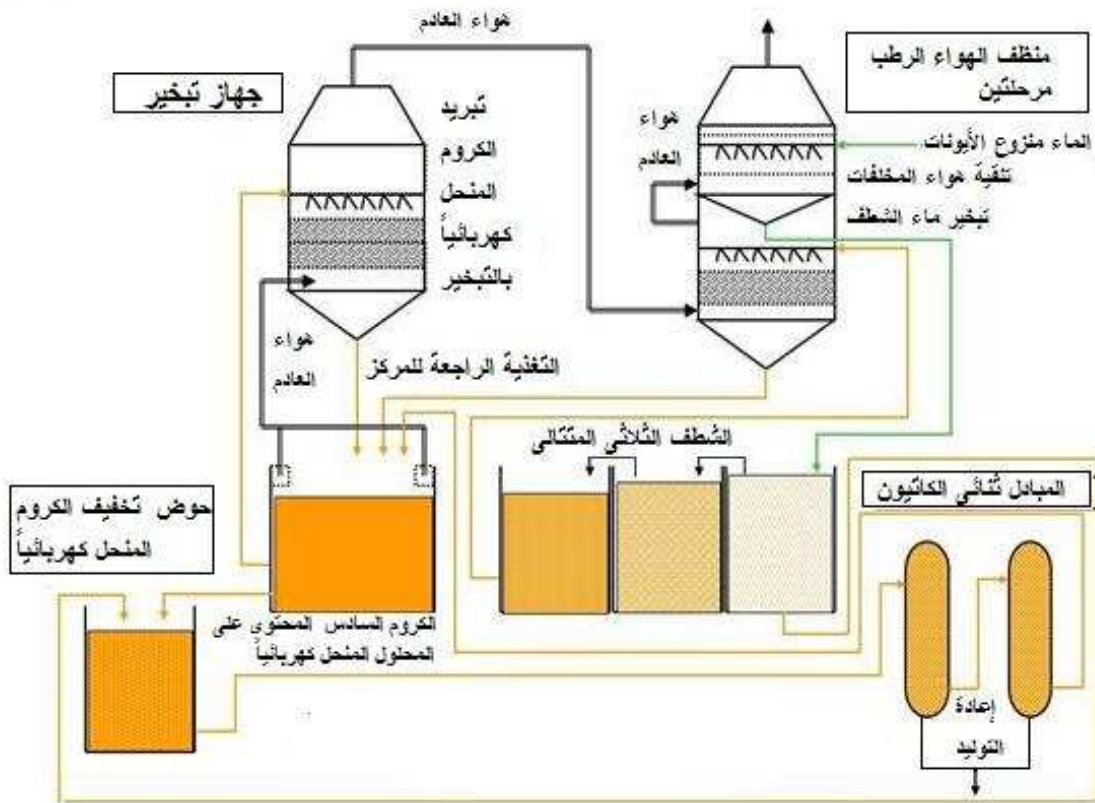
تتضمن الشروط المسبقة للخطوات المقبلة كل من التقليل الأقصى لماء الشطف، التوسع في إعادة تدوير المواد، وتقليل الخسائر اللاحقة بواسطة النقل، علاوة على الحد من الخسائر في المواد بفضل التدابير المتكاملة للعملية (IPPC, 2006).

الطلاء الصلب بالكروم

ان أفضل التقنيات المتاحة تتمثل في إغلاق حلقة المواد للكروم سداسي التكافؤ الصلب عن طريق استخدام توليفات مناسبة من التقنيات مثل الشطف المتتالي، التبادل الأيوني، والتبخير. وعند استخدام الاليكتروليبات الساخنة مع ارتفاع معدلات التبخر، إغلاق حلقة المواد يمكن أن يتحقق أحيانا بالفعل عن طريق وسائل بسيطة مثل استخدام شطفه واحدة ثابتة (دائمة) بالاشترار مع سبع خطوات للشطف مع الضخ، التدفق شديد البطء، والشطف المتتالي. ولكن في معظم الحالات، لا بد من وجود جهاز تبخير لاستعادة الالكتروليت (الشوارد الكهربائية) من ماء الشطف.

الطلاء الزخرفي بالكروم -VI

تتمثل أفضل التقنيات المتاحة لإغلاق الحلقة في الطلاء الزخرفي بالكروم في استخدام التبخير لاستعادة طويلة المدى. وكمثال لهذه التقنية، والتي استخدمت بنجاح من الناحية البيئية والاقتصادية لمدة 20 عاما (Hauser, 2011)، ما هو موضح في الشكل 2.4.



شكل 2.4: الحلقة المغلقة في الطلاء بالكروم (Hauser, 2011)

قد تؤثر أنماط الطقس في المنطقة علي قابلية تطبيق عملية التبخير. تستخدم راتنجات التبادل الكاتيوني ذات المقاومة العالية للمواد المؤكسدة بغرض الإزالة الانتقائية لأيونات المعادن غير المرغوب فيها. إن إغلاق الحلقة للمواد الكيميائية الداخلة في العملية لا يعني أن تكون مياه الصرف خالية من هذه المواد. وفي الواقع لا يمكن الاحتفاظ تماماً بأي حلقة مغلقة طوال الوقت. ومن غير الممكن تجنب فقدان ما يقرب من 10-20% من كمية حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان المستخدمة في مياه الصرف. مصادر حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان من الممكن أن تكون مصدراً لتجديد المبادلات الأيونية، وحدة غسل نفايات الهواء، ومياه الأرضيات لمصنع الطلاء والتأثيرات اللاحقة.

5.4.4. إزالة حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان من مياه الصرف

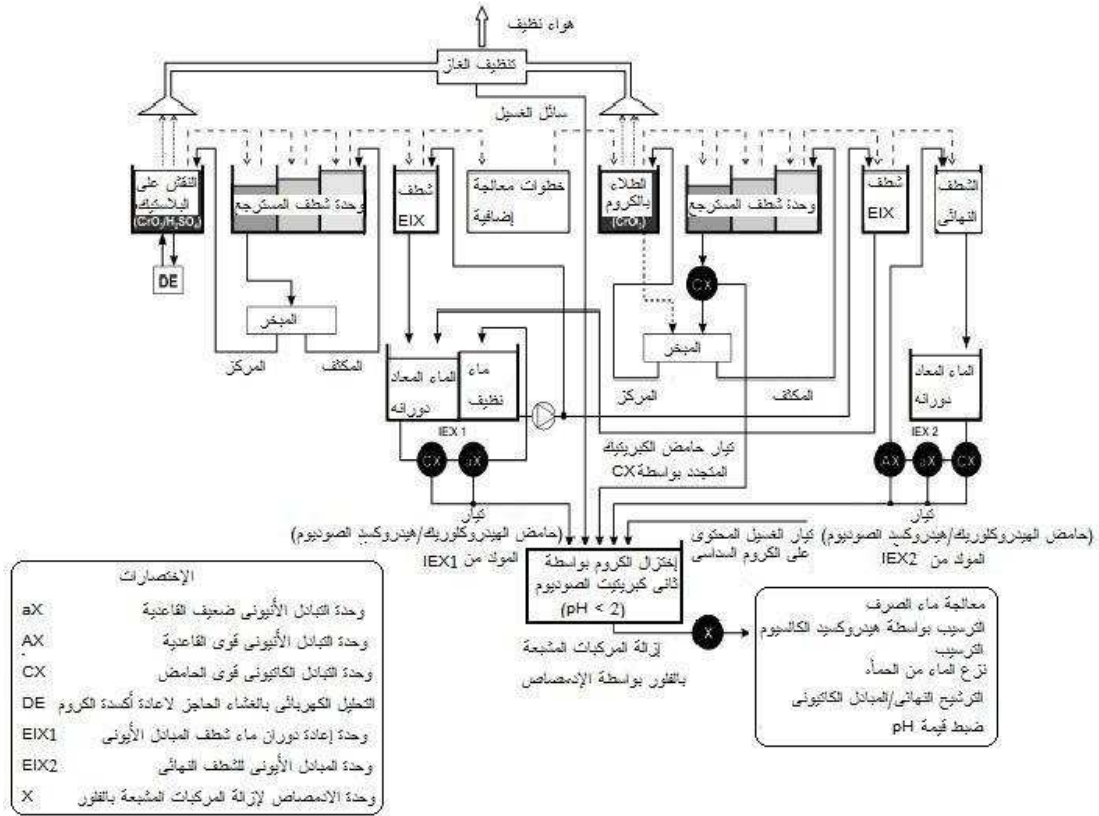
إزالة حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان من مجاري مياه الصرف عن طريق الإدمصاص

يمكن عن طريق الاختيار المناسب للكربون النشط ومعدلات التدفق المثلى، إزالة ما قد يصل إلى 99% من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان من مياه الصرف عن طريق الإدمصاص على الكربون المنشط (Fath, 2008).

يمكن عن طريق استخدام راتنجات تبادل ايوني أساسية معينة تحقيق خفض أكثر من 99% من التركيز المبدئي لحمض السلفونيك بيرفلورو اوكتان (Zentralverband Oberflächentechnik, 2011). وقد يكون الجمع بين قاعدة ضعيفة وقاعدة قوية من المبادلات الأيونية قادراً على تقليل تركيز حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان إلى أقل من 10 ميكروجرام / لتر (Neumann, 2011).

يجب أن تؤخذ توصيات اتفاقية ستوكهولم في اجتماع الأطراف المشاركة الخامس COP5 في الاعتبار عند استخدام أي طريقة ادمصاص تتطلب تدمير نهائي للمواد الممتصة التي تحتوي حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في نهاية الحياة، حتى لا يتم ترسيب هذه النفايات المحتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان بشكل غير صحيح. ويمكن أن يتم التدمير بأفضل التقنيات المتاحة في مصنع إحراق النفايات الخطرة على درجات حرارة لا تقل عن 1100 درجة مئوية ولمدة ثانيتين.

يوضح شكل 3.4 الرسم التخطيطي لسير العمليات لنظام شبه مغلق للامتصاص الأمثل لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان. استخدام المبخرات (أجهزة التبخير) هو استثمار مكلف، لكن يتم تعويضه خلال سنوات قليلة.



شكل 3.4: هندسة العمليات والنظم للطلاء بالكروم على بلاستيكيات الأكريلونيتريل بوتادين ستايرين

(Schwarz, 2011)

بواسطة الجمع بين إعادة تدوير مياه الشطف، المبادلات الأيونية، المبخرات، غسيل الهوائي وأخيراً وحدة الامتصاص ذات الخطوتين، يمكن تحقيق قدرة علي التخلص من أكثر من 99% من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان بشكل دائم. ويتحقق الفصل لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان باستخدام الكربون المنشط أو المبادلات الأيونية عند نقطة مركزية في العملية التقليدية لاختزال الكروم (VI) (Schwarz, 2011).

التحلل الكهروكيميائي لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في مجارى مياه الصرف

يمكن معالجة مجاري مياه الصرف شديدة الحموضة ذات المحتوى العالي من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان عن طريق عملية كهروكيميائية باستخدام الكترودات (أقطاب) الرصاص الكهربائية علي شكل دفع. وبالتالي يتم تدمير نسبة تصل إلى 99% من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان. تتحلل المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية إلى حامض الهيدروفلوريك تحت ظروف التفاعل. غير أنه لم يتم تقصي نواتج التحلل العضوي للمواد المخففة للتوتر السطحي المفلورة. يمكن من خلال المعالجة الكهروكيميائية أن يحدث إنخفاض طفيف فقط للسلفونات المشبعة بالفلور قصيرة السلسلة. ونظراً لأن كفاءة التحلل الكهروكيميائية تنخفض بشدة مع تناقص تركيز حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان، فانه من المفضل لأسباب اقتصادية أن يتم دمج مع خطوة الامتصاص، كما تم توضيحه سابقاً (Fath, 2011). وعلى الرغم من أن المعالجة الكهروكيميائية تكون أرخص من الامتصاص، إلا أنها تكنولوجيا ناشئة ولا يمكن اعتبارها حتى الآن من أفضل التقنيات المتاحة العامة.

6.4.4 حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والكيماويات البديلة

بدائل المركبات متعددة الفلور

لا بد من الأخذ في الاعتبار أنه، نظراً لقدرته العالية على الامتصاص على سطح معظم المواد، فان لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان "تأثير باق ويمكن أن يتواجد في مجارى مياه الصرف من مصانع الطلاء الكهربائي لعدة أشهر (وفي بعض الحالات، لأكثر من سنة) بعدما تم استبداله (Breidenbach, 2009). يجب تغيير أو تنقية المبادلات الأيونية، مياه الغسيل الناتجة من العوادم وكل سطح اتصال وكذلك السائل نفسه المنحل بالكهرباء.

يعتبر حمض السلفونيك المشبع بالفلور اوكتان-1، 1هـ، 2هـ، 2هـ هو واحد من أهم البدائل الأكثر شيوعاً في الطلاء الكهربائي. وهناك أسماء أخرى هي سلفونات الفلوروتيلومير -2:6 أو (8،8،7،7،6،5،4،4،3- Tridecafluorooctane-1-سلفونات). إنها ليست مفلورة بالكامل، ولكن النهاية (الطرف) المشبعة بالفلور تكون ثابتة ويمكن أن تكون بادئ لأحماض الكربوكسيل المشبعة بالفلور (Wang et al., 2011). ولأن تركيبها مشابه جداً لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان، فان الاسم الأكثر شيوعاً لها هو حامض رباعي هيدرو سلفونيك البيرفلوروكتان THPFOS. وقد وجد أن هناك انخفاض في ثبات حامض البيرفلورو هكسانويك (PFHxA) في البيئة.

البدائل¹ المتاحة لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والمستخدمه في الطلاء بالكروم في الصين هي:

- FC-53 (1،1،2،2-رابع فلورو-2- (بيرفلورو هكسيل اكسي) إيثان سلفونات البوتاسيوم)
- FC-53B (2- (6-كلورو-1،1،2،2،3،3،4،4،5،5،6،6 - ثاني عشر فلوريد هكسيل اكسي)-1،1،2،2-رابع فلوريد إيثان سلفونات البوتاسيوم)
- الفيومتروول 21 'Fumetrol® 21' (1 هـ، 1 هـ، 2 هـ، 2 هـ- حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان)

هناك القليل من المعلومات المتوفرة والمستقلة والموثوق بها فيما يتعلق بخصائص السمية والسمية البيئية لهذه البدائل متعددة الفلور أو ثباتها والمنتجات الناتجة من تدهورها. ومع ذلك، فإن هذه البدائل، وبخاصة نواتج المنتجات الناتجة من تدهورها (تحللها)، تكون علي الأرجح مركبات ثابتة في البيئة.

وفقا للدليل الإرشادي بشأن بدائل سلفونات المشبعة بالفلور اوكتان ومشتقاتها، فإنه حالياً لا تستطيع مادة خافضة للتوتر السطحي آخري أن تعادل التوتر السطحي المنخفض لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.3, 2010). ولذلك، فإن الكمية المطلوبة لبدائل حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان PFOS بواسطة المواد الخافضة للتوتر السطحي متعددة الفلور تزداد بدرجة كبيرة، بحوالي 3 - 10 مرات (Pabon, 2002). على جانب الإخراج (الانتاج) ، فيجب أن يؤخذ في الاعتبار الصعوبة الشديدة لإزالة حامض البيرفلورو هكسانويك THPFOS أو سلفونات البيرفلوروبيوتان PFBS من مياه الصرف عن طريق الادمصاص.

وبالإضافة إلى ذلك، فإن هذه البدائل تدمص بكمية أقل علي حمأة الصرف من محطات معالجة مياه الصرف (علي سبيل المثال Wang et al., 2011)، مما يعني أنه قد يكون هناك ارتفاع ملحوظ في معدلات انبعاث أكبر في البيئة مقارنة بالوضع عند استخدام حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان. وعلى ذلك فممكن أن يحدث ترسيب في التربة وبصفة خاصة في المياه الجوفية وكذلك المياه السطحية ومياه الشرب ذات الصلة.

إن زيادة الانبعاثات، السمية غير المعروفة، والتحلل إلي المواد الثابتة أبرزت ضرورة إجراء تقييم مفصل في الوقت المناسب عن المصير البيئي والسمية للبدائل المفلورة لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان وذلك لتوضيح، في أقرب وقت ممكن، إلى أي مدى يمكن أن تساهم هذه البدائل المفلورة المستخدمة حالياً في حل المشكلة.

¹ UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.3, 2010

البدائل غير الفلورية

من المرجح أن يكون استبدال حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان بمركبات قابلة للتدهور بيولوجيا أو مواد غير سامة هو الحل النهائي. تستخدم بنجاح البدائل غير المفلورة أثناء عملية الإنتاج للطلاء الصلب بالكروم أو الطلاء بالكروم (Bresselschmidt, 2009)، تعتبر هذه المركبات غير سامة وقابلة للتدهور بسهولة. على الرغم من أنها تتدهور في حمام الكروم الكهربائي أو حمام الحفر (النقش)، علاوة على ضرورة ضبط جرعتها باستمرار، إلا أن تكاليفها ليست أعلى من استخدام المواد الخافضة للتوتر السطحي الفلورية. يتكون الكروم ثلاثي التكافؤ نتيجة التدهور الكيميائي في الحمام، والتي يتم تأكسدها إلى الكروم سداسي التكافؤ عن طريق غشاء التحليل الكهربائي. يعتبر ذلك هو أفضل التقنيات المتاحة وعادة ما تستخدم لصيانة محلول الكروم (IPPC, 2006).

5.4. إنتاج النفط والغاز المستحث كيميائيا

تفيد التقارير إلى أن حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان يتم استخدامه كمادة خافضة للتوتر السطحي لتحسين استخلاص النفط المحتجز في المسام الصغيرة بين الجسيمات الصخرية. مع ذلك فإن إنتاج النفط في بعض البلدان، أشار إلي وجود عمليات بديلة لا تتطلب استخدام حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان.

1.5.4. إجراءات تحفيز الآبار

تتضمن أفضل التقنيات المتاحة ما يلي:

- **الخطوة الأولى:** وضع كل الترتيبات لتفادي/منع مخاطر الصحة المهنية أو مخاطر السلامة متضمنة ضرورة توفر واستخدام معدات الحماية الشخصية، واستعراض القائمة المرجعية لمنع تسرب والتحكم واختيار/استخدام المعدات والألات المناسبة والقابلة للاستخدام.
- **الخطوة الثانية:** تجهيز الموقع بكل أنواع المعدات ذات الصلة بعملية التحفيز، الأنابيب المرنة، تخزين النيتروجين، ووحدة الدوران.
- **الخطوة الثالثة:** توصيل معدات التحفيز وتركيبها على رأس البئر، ويتم إجراء اختبار الضغط عند ضغط قدرة 4500 ضغط/البوصة المربعة لمدة 15 دقيقة للتأكد من أن النظام مانع للتسرب. تسريب النظام وبهذه التقنية يكون الجهاز مانع للتسريب عند درجة الصفر.
- **الخطوة الرابعة:** يتم اختبار الحقن بواسطة فتح الصمام السفلي الرئيسي علي البئر، ثم يتم حقن 3% من كلوريد الأمونيوم NH_4Cl ويتم تسجيل معدلات التدفق في مقابل الضغوط المناظرة. هذا لضمان أن يكون التشكيل مفتوح بما فيه الكفاية لتقبل السائل المعالج حامضياً. إذا كان معدل الحقن أقل من نصف برميل/الدقيقة (bpm) عند أقل كسر (رقم عشري) للضغط ، فانه يلزم القيام بمواصلة تقييم البئر.

• **الخطوة الخامسة:** امزج المعالج الحمضي كما هو منصوص عليه في الوصفات بمجرد استقرار قابلية البئر للحقن.

• **الخطوة السادسة:** تبيض فترات التكوين كما يلي:

- ضخ الحمض قبل التدفق (المياه العذبة، مانع للتآكل، حامض الهيدروكلوريك، مادة حجز ايونات الحديد، خافض التوتر السطحي، المذيبات المتبادلة، والمعقد الفوسفوري).
- اتبع ذلك بتدفق المعالجة الرئيسية (المياه العذبة، المانع للتآكل، خافض التوتر السطحي، المادة المثبتة للطين، المادة التي تحجز ايونات sequestering الحديد، حمض الفوسفونيك، فلوريد الأمونيوم، وحمض الهيدروكلوريك).
- ضخ ما بعد التدفق (المياه العذبة، كلوريد الأمونيوم، المذيبات المتبادلة، خافض التوتر السطحي، المثبت الدقيق ومراقبة الطفلة).
- ضخ سائل الإحلال (3% كلوريد الأمونيوم من كمية حجم الأنبوب) إلى رأس الثقب.

• **الخطوة السابعة:** فتح الصمام الرئيسي العلوي تدريجياً وإنتاج الحمض المستعمل (المستهلك) من التشكيل علي الفور ومعادلته برماد الصودا (كربونات الصوديوم اللامائية) في خزان التدفق الخلفي. في حالة عدم حدوث تدفق طبيعي للبئر، أنزل لفائف الأنابيب في البئر لرفع الغاز باستخدام غاز النيتروجين.

6.4. صناعة أشبه الموصلات

من المهم أن ندرك، أنه من غير المحتمل، أن يخضع حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان أو أملاحه لعملية تحول كيميائي من خلال العمليات الطبيعية، كما أن هذه المركبات تتراكم حيويًا، مما يعني أنها تشكل خطراً على صحة الإنسان عند تناولها بشكل مستمر. ويمكن اتخاذ التدابير للحد من إنبعاثات حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان أو أملاحه عن طريق منع اختلاطها مع الماء، أو استعادتها (أو ما شابه ذلك) من مياه الصرف.

عند إعادة الملء، يجب اتخاذ التدابير اللازمة لتقليل الكمية المتطايرة أو المنسابة (الجريان)، فإذا ما حدث تطاير أو جريان، يجب إزالته بسرعة بواسطة قطعة من القماش (أو ما شابه ذلك).

بالنسبة لمياه الصرف المحتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان أو أملاحه، يجب بأقصى حد ممكن، اتخاذ التدابير اللازمة لاستعادة مياه الصرف.

1.6.4. استعادة التسرب

بالنسبة للنفايات مثل النفايات السائلة، فعلى الشركة التخلص من النفايات الخاصة بها بشكل صحيح، أو التخلص منها عن طريق تكليف مشغل موثوق به، طبقاً للأعمال والنظم المتبعة في ذلك.

2.6.4. تخزين المنتجات المحتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان

- يتم التخزين في الموقع حيث يمكن للأشخاص المعنيين فقط الدخول بسهولة.
- استخدام الحاويات أو الأوعية المقفولة جيداً ذات تصميم قوى والتي من غير المرجح أن يحدث منه تسرب أو انسكاب وغيره للمنتجات المحتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان، والذي يتم تصنيعه من مواد من غير المحتمل أن تسمح بالارتشاح.
- لمنع انسياب (جريان) حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان PFOS بواسطة فعل مياه الأمطار (أو ما شابه ذلك)، يجب تخزين الحاويات المحتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان PFOS في الأماكن المغلقة، مع اتخاذ التدابير اللازمة لضمان أن تكون الأرضية من الخرسانة أو مغطاة بالراتنج الصناعي (أو ما شابه ذلك).

3.6.4. الإشارة إلى موقع التخزين

عند التعامل مع تخزين حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان والحوايات المستخدمة في تخزينه، فمن الضروري توضيح أن حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان يجري تخزينه في الموقع المحدد لذلك.

4.6.4. النقل

عند تعامل صاحب المشروع مع نقل حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان (باستثناء متعهد النقل الموثوق فيه)، فمن المفضل أن يتم اتخاذ التدابير اللازمة لمنع انقلاب الحاوية التي تخزن حمض السلفونيك المشبع بالفلور اوكتين. كما يجب أيضاً أن تكون الحاوية قادرة على تحمل الصدمات الطبيعية (الأضرار المادية).

5.6.4. إعادة الملء (إعادة التعبئة)

عند إعادة تعبئة مادة محتوية علي حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان:

- يتم التعامل مع حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في الاماكن المغلقة.
- يتم تصغير عبوات ملء حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان.

- يجب اتخاذ التدابير اللازمة لتقليل الكمية المتطايرة من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان أو المنسابة أثناء إعادة الملء.
- الاستعداد في حالة حدوث انسياب أو تطاير لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان.
- يجب وضع قطعة من القماش وعند الحاجة إدخال صينية أسفل حاويات المنتجات المحتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان.
- تقليل كمية حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان المختلطة بسائل الغسيل.
- منع وجود أي بقايا لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في الأدوات أو المعدات التي تستخدم، واتخاذ التدابير اللازمة لاستعادتها قدر الإمكان.

6.6.4. تدابير للمعدات التي تستخدم حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان

- يحتاج صاحب المشروع عند التعامل مع حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان أن يمعن النظر في التدابير التالية:
- المعدات التي تستخدم حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان: يجب استخدام المواد التي من غير المرجح أن تتآكل بفعل حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان أو اتخاذ تدابير فعالة لمنع عملية التآكل، ومحاولة أن يكون استخدام تلك المعدات مقصوراً فقط للعمل الذي يستخدم حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان.
 - الأرضية التي يوضع عليها المعدات التي تستخدم حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان: يجب اتخاذ تدابير اللازمة لتغطية السطح بالخرسانة أو بالراتنج الصناعية وذلك لمنع التسرب تحت الأرضي من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان.
 - في حالة توقع حدوث تطاير لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان: يجب تثبيت معدات التهوية الداخلية، ولمنع الإطلاق في الجو الخارجي، يجب تثبيت آلة جمع الغبار، جهاز التنظيف (الغسيل)، أو المعدات ذات الوظيفة المشابهة.
 - الأنابيب (المواسير) الخاصة بالمعدات التي تستخدم مع حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان: استخدام المواد التي من غير المرجح أن تتآكل، أو اتخاذ التدابير الفعالة اللازمة لمنع التآكل.
 - مياه الصرف المحتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان: استخدام مواسير التصريف أو خنادق الصرف المصنوعة من المواد التي يمكنها أن تمنع التسرب تحت الأرضي.

فحص الحاويات التي تستخدم في تخزين أو المعدات التي تستخدم حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان

يحتاج صاحب المشروع عند التعامل مع حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان أن يفحص العناصر التالية بانتظام:

• أي تسرب أو تطاير لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان من الحاويات، المعدات، أو الأنابيب.

• أي ضرر أو تآكل يحدث للحاويات، والمعدات، أو الأنابيب.

• أي تصدع أو شقوق في الأرضية.

يحتاج صاحب المشروع الذي يتعامل مع حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان، وكنتيجة لعملية الفحص، إلي تحديد وجود خلل ما في الحاوية المحتوية على حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان، أو في المعدات التي تستخدم مع حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان، ويجب أن يبادر فوراً بالإصلاح واتخاذ التدابير الضرورية الأخرى.

7.6.4. تدابير للتعامل مع التسرب من حاويات تخزين حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان أو أثناء إعادة التعبئة

يحتاج صاحب العمل الذي يتعامل مع حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان أن يمعن النظر في التدابير التالية في حالة وجود تسرب لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان:

• إخطار الهيئات المنظمة المناسبة عن التسرب من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان واتخاذ تدابير الطوارئ فوراً لمنع انتشاره.

• استرداد المتسرب من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان.

• وضع المواد المتسربة من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان في وعاء قابل للغلق بالإضافة إلي القماشية (أو ما شابه ذلك) المستخدمة في مسح المتسرب من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان.

8.6.4. تأكيد انطلاق (انبعاث) كميات من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان

يحتاج صاحب المشروع المتعامل مع حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان أن يمعن النظر في التدابير التالية:

• التأكد من حجم الإطلاق من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان أو أملاحه عن طريق أخذ العينات والتحليل المناسب للتأكد من كمية المياه المنصرفة من مكان المشروع.

• عندما يكون تأكيد كميات الإطلاق بواسطة أخذ العينات وتحليلها صعب من الناحية الفنية، فإنه يمكن التقدير عن طريق الكمية المستخدمة من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان.

• إذا تم الإطلاق لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان خلال عملية إعادة الملء أو التعبئة، فيجب اتخاذ تدابير لتقليل كمية الانطلاق لحامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان طبقاً لنتائج أخذ العينات والتحليل.

• تسجيل النتائج الخاصة بالكمية المنطلقة المقدره من حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان.

7.4. صناعة التصوير الضوئي

لا يخضع حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان أو أملاحه المستخدمة في صناعة الأفلام الفوتوغرافية (في أعمال التحميض الفوتوغرافي) غالباً لعمليات تحول كيميائي خلال العمليات الطبيعية. إنها تتراكم حيوياً وتشكل خطراً على صحة الإنسان عند تناولها بشكل مستمر. ويعتبر السعي الحثيث لتقليل إنبعاثات حامض السلفونيك بيرفلورو اوكتان أو أملاحه من خلال استرجاع محاليل التحميض أو محاليل التثبيت هو جزء ضمن أفضل التقنيات المتاحة/أفضل الممارسات البيئية.

1.7.4. التدابير المتعلقة بعمل التحميض في التصوير الفوتوغرافي

عند إجراء أعمال التحميض في التصوير الفوتوغرافي، يجب على صاحب المشروع المتعامل مع الأفلام الفوتوغرافية في تلك الصناعة أن يمعن النظر في التدابير التالية:

- استعادة محاليل التثبيت والتحميض المستخدمة.
 - الاستعداد للإنسكابات والتسربات عند استخدام محاليل التحميض والتثبيت.
- كما أن نفس الإجراءات التي تم توضيحها في صناعة أشباه الموصلات ستكون أيضاً فعالة لصناعة التصوير الفوتوغرافي.

5. الإرشادات/المبادئ الإرشادية بشأن أفضل الممارسات البيئية

تحتوي الفصول الفرعية التالية على مجالات محددة فيما يتعلق بنظم الإدارة البيئية التي يمكنها أن تحسن الأداء البيئي للمنشأة بما في ذلك زيادة الوعي لدى العمال/الموظفين.

تقدم أفضل الممارسات البيئية وصفاً لاستخدام التوليفة الأكثر ملائمة من تدابير وإستراتيجيات الرقابة البيئية، والذي يتضمن السلوك المرتبط بالتحسين المستمر للأداء البيئي. توفر أفضل الممارسات البيئية إطاراً لضمان التوافق الاعتمادية والتمسك بخيارات الإدارة التي مع ذلك تظل مهمة ويمكن أن تلعب دوراً في تحسين الأداء البيئي للمنشأة. وفي الواقع، فإن مثل هذا التدبير الإداري الجيد/تقنيات الإدارة/الأدوات غالباً ما تنجح في منع الإنبعاثات.

المزايا الإيكولوجية الرئيسية التي تحققت من خلال استخدام أساليب إدارة أفضل الممارسات البيئية تشمل التوفير في استهلاك المواد الكيميائية/المواد المساعدة، والمياه العذبة والطاقة، والتقليل من كمية النفايات الصلبة والأحمال البيئية في مياه الصرف وفي الغازات المنبعثة (غازات العادم). وهناك ميزة أخرى وهي تحسن حالة موقع العمل. ويعتبر توفر الموظفين من ذوي التدريب الجيد هو شرط أساسي لتنفيذ تدابير نظام أفضل الممارسات البيئية. كما يجب أن يؤخذ في الاعتبار أيضاً العوامل المحددة لتحسين المعدات الموجودة عند تطبيق أفضل الممارسات البيئية، على سبيل المثال، فإن المعدات الجديدة لا بد من إعادة بناءها/أو تعديلها أو تثبيتها (أنظمة ضبط الجرعات الآلية، الخ). يمكن أن

يكون تطبيق هذه العوامل محدوداً نظراً لحقيقة أن هذه التدابير قد تكون أيضاً عالية التكلفة أو لوجود مشاكل تكنولوجية/لوجستية أو مشكلة في المكان (Schönberger et al., 2005).

1.5. نظم الإدارة البيئية

تم تحديد عدد من تقنيات الإدارة البيئية على أنها أفضل الممارسات البيئية. وعموماً فإن نطاق وطبيعة نظم الإدارة البيئية ستكون مرتبطة بطبيعة وحجم ودرجة تعقيد المنشأة، والمدى من الآثار البيئية الذي قد تحدثه.

تعمل أفضل الممارسات البيئية على تنفيذ والالتزام بنظم الإدارة البيئية، والتي تتضمن الميزات التالية، حسب الحاجة، وفقاً للظروف الفردية:

• تعريف السياسة البيئية للمنشأة من قبل الإدارة العليا (ويعتبر الالتزام شرط مسبق للتطبيق الناجح للميزات الأخرى لنظم الإدارة البيئية).

• التخطيط ووضع الإجراءات اللازمة.

• تنفيذ الإجراءات، مع إيلاء اهتمام خاص لما يلي:

○ الهيكل والمسؤولية

○ التدريب والتوعية والكفاءة

○ الاتصالات

○ إشراك الموظفون

○ التوثيق

○ التحكم الفعال في العمليات

○ برنامج الصيانة

○ التأهب والاستجابة لحالات الطوارئ

○ الامتثال لتشريعات حماية البيئة

• التحقق من الأداء واتخاذ الإجراءات التصحيحية، مع إيلاء اهتمام خاص بما يلي:

❖ الرصد والقياس

❖ الإجراءات التصحيحية والوقائية

❖ حفظ التسجيلات

❖ إجراء المراجعة الداخلية المستقلة (كلما أمكن)، لتحديد ما إذا كانت نظم الإدارة البيئية تتفق مع الترتيبات المخطط لها و قد تم تنفيذها وصيانتها بشكل صحيح.

2.5. اعتبارات إضافية لنظم الإدارة البيئية

هناك ثلاثة ميزات إضافية تعتبر كندايبير داعمة، وإن كان غيابهم، لا يتعارض بشكل عام مع أفضل الممارسات البيئية:

- استقصاء والتحقق من صلاحية نظام الإدارة وإجراءات المراجعة من جانب هيئة اعتماد الشهادات أو المدقق الخارجي لنظم الإدارة البيئية.
- إعداد ونشر (وربما التصديق الخارجي) كشف حساب بيئي بشكل منتظم يقدم وصفاً لجميع الجوانب البيئية الهامة للمنشأة، ويسمح بمقارنة العام تلو العام مقابل الغايات والأهداف البيئية، علاوة على ذلك مع المعايير القياسية للقطاع بالطريقة المناسبة.
- التنفيذ والالتزام بأفضل الممارسات البيئية المقبولة دولياً.

يمكن أن تعطي الخطوة التطوعية الأخيرة مصداقية عالية لنظم الإدارة البيئية، خاصة للمعايير المقبولة دولياً ومعايير الشفافية، مثل ISO9001 و ISO14001. يمكن أن تكون النظم غير القياسية من حيث المبدأ، فعالة وعلى قدم المساواة شريطة أن يتم تصميمها وتنفيذها بشكل صحيح.

3.5. التعليم والتدريب الخاص بالموظفين

يمكن أن تكون فرص التدريب والتعليم التالية مفيدة لزيادة الوعي في العمل من أجل الإدارة الكيميائية السليمة بشكل عام:

- التدريب الخاص بالعملية و الميكنة بغرض رفع مستوى الوعي البيئي.
- التعليم المناسب للعاملين بشأن التعامل مع المواد الكيميائية والمواد المساعدة، وخاصة في حالة المواد الخطرة.
- صيانة المعدات التقنية (آلات الإنتاج وكذلك أجهزة الاستعادة والإزالة (التنظيف)، فحص الآلات (مثل المضخات والصمامات، ومفاتيح قياس المنسوب (المستوي)، الصيانة العامة بواسطة الشركات المتخصصة وعلى فترات منتظمة، وفحص جهاز حرق الهواء على فترات منتظمة.
- مراقبة تسرب المواد الكيميائية عند التخزين وأثناء العملية.
- صيانة المرشحات (التنظيف الدوري والمراقبة).
- معايرة المعدات لقياس المواد الكيميائية وأجهزة التصريف.

4.5. الاعتبارات الصناعية

من المهم أيضا في الصناعة النظر في الميزات المحتملة لنظم الإدارة البيئية التالية:

- في مرحلة تصميم المصنع، فيجب أن يتم النظر للأثار البيئية لتوقف تشغيل الوحدة في نهاية المطاف.
- إيلاء الاهتمام بتطوير التكنولوجيات الأكثر نظافة.
- عندما يكون ممكناً، فيجب إجراء المقارنة القطاعية بانتظام، متضمنة كفاءة الطاقة وأنشطة الحفاظ على الطاقة، واختيار مواد المدخلات، والانبعاثات في الهواء، التصريفات في المياه، واستهلاك المياه وتوليد النفايات.
- ضمان توفير تفاصيل كاملة عن الأنشطة التي تم تنفيذها في الموقع. ويرد قدر كبير من ذلك في الوثائق التالية:
 - ❖ وصف طرق وإجراءات معالجة النفايات في مكان المنشأة.
 - ❖ مخطط بياني لعناصر المصنع الرئيسية والتي لها بعض الأهمية البيئية، إلى جانب مخطط بياني لمسار العملية (تخطيطات).
 - ❖ تفاصيل عن فلسفة نظام التحكم وكيف أن نظام التحكم يتضمن معلومات الرصد البيئي.
 - ❖ توفير تفاصيل كافية حول كيفية الحماية أثناء ظروف التشغيل غير الطبيعية مثل التوقف اللحظي، بدء التشغيل، والإغلاق.
 - ❖ دليل التعليمات.
 - ❖ يوميات التشغيل.
 - ❖ قائمة الحصر (المسح) السنوي للأنشطة التي تم تنفيذها والنفايات المعالجة، والذي يحتوي على كشف الميزانية ربع السنوي لمجري النفايات وبقاياها، بما في ذلك المواد المساعدة المستخدمة في كل موقع.
- هل يمكن لإجراءات التدبير الإداري الجيد في المكان، والتي تشمل أيضاً على إجراءات الصيانة، وبرنامج التدريب الكافي تغطية الإجراءات الوقائية التي بحاجة إلي أن تتخذها العمال بالنسبة لقضايا الصحة والسلامة والمخاطر البيئية.
- هل توجد علاقة وثيقة مع منتجي النفايات/صاحب النفايات، بحيث أن مواقع العملاء تنفذ تدابير لإنتاج النوعية المطلوبة من النفايات اللازمة لعملية معالجة النفايات التي يتعين القيام بها.
- هل يوجد العدد الكافي من الموظفين في الخدمة ذوي المؤهلات المطلوبة في جميع الأوقات. يجب أن يخضع جميع العاملين لتدريب مهني خاص ومزيد من التعليم.