

3. AUGAS RESIDUAIS DA INDUSTRIA: IMPLANTACIÓN DE TECNOLOXÍAS LIMPAS NO SECTOR CONSERVEIRO DE PRODUCTOS MARIÑOS

Francisco Omil Prieto

3.1. TENDENCIAS NO USO DA AUGA NOS PROCESOS DE FABRICACIÓN

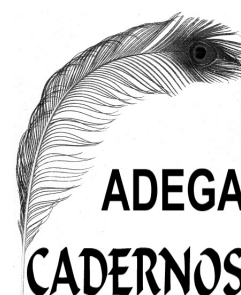
Moi frecuentemente considérase o pasado século XX como o século da química orgánica debido ao desenrolo de milleiros de diferentes compostos utilizados para a elaboración dunha infinidade de novos produtos: fibras sintéticas, plásticos, medicamentos, etc. Paralelamente, isto supuxo o vertido ao medio ambiente en forma de efluentes líquidos, sólidos ou gasosos, dun grande número destas sustancias, con un forte impacto asociado sobre o medio receptor. Este impacto está en numerosas ocasións orixinado polo papel limitado que poden xogar estas sustancias nos ciclos naturais de descomposición da materia debido ao seu carácter antropocénico e xenobiótico. Un exemplo claro constitúe a industria química e petroquímica, que ten a dubidosa honra de ser a principal fonte deste tipo de residuos, completamente diferentes ós residuos xerados polo sector agroindustrial.

Na actualidade, un dos principais puntos que ten en conta a nova lexislación da Unión Europea é a necesidade de adoptar procesos de produción con “emisión cero”, que poden desenrrolarse a partires da minimización da descarga dos contaminantes xerados polas actividades industriais. Para alcanzar ese obxectivo, a primeira prioridade sería a redución da emisión de contaminantes en cada etapa do proceso de fabricación, namentras que a segunda centraríase na reciclaxe e o tratamento máis eficaz dos produtos residuais.

Os procesos de fabricación máis antigos (figura 1a) estaban baseados nun consumo considerábel de auga limpa, o que implica un caudal moi grande do efluente a tratar. Ademáis, debido á complexidade da composición destas augas, a planta de depuración será necesariamente grande e complexa.

Ao contrario, os novos procesos de fabricación teñen como un dos seus principais obxectivos a minimización das necesidades de auga de proceso, polo que se basean na adopción *on site* de plantas de tratamento específicas para tratar as correntes xeradas por un proceso determinado. Este concepto implica unidades de tratamento máis pequenas e específicas, que poden producir auga reutilizábel en cada proceso. Só a fracción residual xerada por estas unidades trataríase nunha planta xeral de tratamento de augas (figura 1b).

Por outra banda, é tamen unha prioridade a optimización da selección e operación dos procesos de tratamento de augas residuais co obxectivo de combinar tanto a desexada alta calidade do efluente final como a minimización do consumo enerxético.



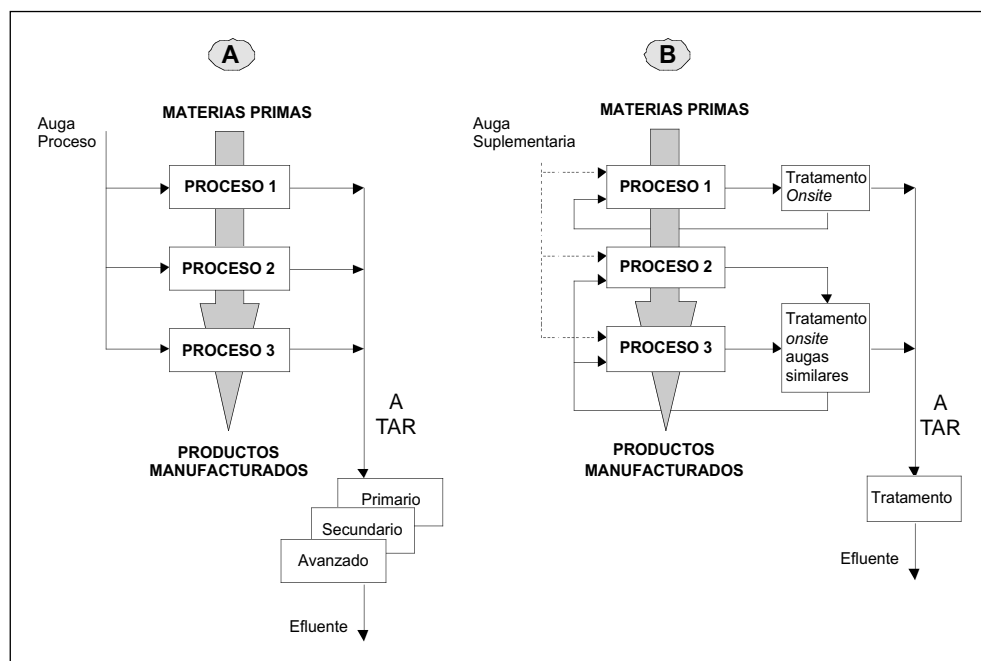


Figura 1. Diferentes estratexias de xestión da auga e augas residuais nun proceso (TAR: Tratamento de Augas Residuais)

A industria química e petroquímica ten a dubidosa honra de ser a principal fonte de contaminantes sintéticos, completamente diferentes aos residuos xerados polo sector agroindustrial

co. A tendencia anteriormente comentada de redución do volume das augas residuais xeradas por un proceso de fabricación supón moi frecuentemente a presenza dunha pequena corrente pero moi concentrada, que pode ser máis difícil de tratar. O deseño final pode ser, polo tanto, o resultado da combinación apropiada de varios métodos de tratamento de augas residuais, como os procesos anaerobio, nitrificante, denitrificante, etc. Así, o desenrolo de tecnoloxías avanzadas para o tratamento de augas residuais que poidan cumprir cos obxectivos anteriormente mencionados (alta calidade do efluente final, menor consumo enerxético, reciclado) é altamente prioritario.

3.2. PROCESOS DE TRATAMENTO DE AUGAS RESIDUAIS

Os procesos de tratamento das augas residuais industriais cubren na actualidade unha ampla gama de operacións que teñen que combinarse adecuadamente para conseguir o efluente final desexado. Segue vixente a tradicional clasificación entre procesos biolóxicos e físico-químicos, segundo as características de biodegradabilidade do vertido a tratar, pero o máis común é a combinación entre varios destes procesos.

Os procesos físico-químicos foron tradicionalmente empregados para a separación das sustancias non desexadas, ben sexa por medios puramente físicos (sedimentación, flotación, filtración) ou mediante unha primeira etapa na que se favoreza a creación de partículas aglomerantes (precipitación, coagulación-floculación). Por iso, estes procesos non resollen na súa totalidade o problema xa que o que fan é cambiar de fase o contaminante, postergando o problema da súa eliminación. Ademais, en moitos casos isto supón un alto custe de operación tanto polos reactivos necesarios como, fundamentalmente, polo custe da xestión dos lodos xerados.

As augas residuais con características para ser tratadas biolóxicamente foron sometidas tradicionalmente a procesos de tipo aerobio, cos que se consegue unha eficaz mineralización da materia orgánica. Porén, estas unidades teñen un custe de operación considerable debido á necesidade de aireación e á súa elevada produción

de lodos. Ademais, a lexislación desenvolvida nos derradeiros anos supuxo unhas restriccións máis estrictas sobre o vertido de lodos, a contaminación do aire, o control de cheiros, etc. A combinación destes factores tivo un impacto considerable que reduciu significativamente a aplicabilidade dos procesos aerobios nas augas residuais industriais.

Neste contexto, os procesos anaerobios de tratamento de augas residuais son unha alternativa cada vez máis consolidada [1]. En comparación coas plantas convencionais de tratamento aerobio, as principais vantaxes do tratamento anaerobio son: a) menores custos de tratamento; b) alta flexibilidade, xa que poden aplicarse a efluentes de moi diverso tipo; c) operación con altas cargas de materia orgánica, o que supón menores requerimentos de espazo; d) menor volumen dos lodos en exceso; e) os organismos anaerobios poden manterse sen alimentación durante longos períodos de tempo.

En todo caso a adopción dun proceso concreto de tratamento ten que vir precedida dunha xestión integral dos efluentes residuais dacordo cos principios de redución e reciclaxe xa comentados.

3.3. DESENVOLVEMENTO DE TECNOLOXÍAS LIMPAS: MODIFICACIÓN DO PROCESO

Unha produción máis limpa estase impondo en todos os sectores industriais. Dentro dos motivos polos que as empresas se animan a seguir esta vía destacan os seguintes: a) unha lexislación ambiental cada vez máis exixente que en algúns casos só se pode cumprir adoptando medidas de produción limpa; b) o aumento nos custos de tratamento e eliminación de residuos; c) mellora da imaxe das empresas diante da sociedade preocupada polo medioambiente; d) moitas medidas de produción limpa supoñen melloras da calidade dos produtos así como beneficios de carácter económico e melloras en saúde laboral.

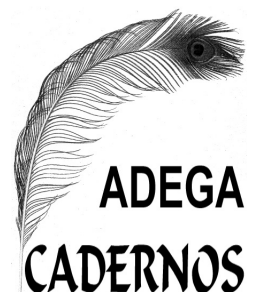
Enténdese por “Integración da Produción Limpa” nun proceso productivo industrial, a adopción dun conxunto de medidas preventivas, organizativas e operativas que permitan diminuír na orixe (ata uns niveis económica e tecnicamente factíbeis) a cantidade e perigosidade dos residuos e contaminantes producidos, así como mellorar o uso das materias primas e auxiliares empregadas no proceso productivo.

Os cambios efectuados no proceso de fabricación e a implementación de tecnoloxías novas para levalos a cabo constituen o primeiro paso cara un proceso máis limpo. Algúns cambios reducen o uso da auga e eliminan ou minimizan a descarga de compostos químicos tóxicos ou de alta carga contaminante. Outros cambios están baseados na recuperación de substancias e no aproveitamento e aforro da enerxía. Os avances tecnolóxicos en canto ao procesado das materias primas, control dos compostos químicos necesarios para o proceso, outras materias primas e equipo de procesamento véñense incrementando de maneira constante e xeralmente estes cambios están dando como resultado menores cargas contaminantes.

Un método común para reducir as descargas contaminantes na industria consiste en cambiar o proceso e os procedimentos para facer fluír as substancias. As operacións continuas polo xeral requiren de menos espazo e menores cantidades de auga e aditivos químicos de proceso que as operacións discontinuas.

En xeral, os fabricantes dispoñen de varios métodos para reducir a presenza de contaminantes nas correntes residuais, entre os cales están:

A produción limpa consiste na adopción dun conxunto de medidas preventivas, organizativas e operativas que permitan diminuír en orixe a cantidade e perigosidade dos residuos e contaminantes producidos, así como o consumo de materias primas



- Reducción do uso de substancias químicas
- Substitución das substancias químicas
- Reciclaxe/renovación dos baños de tratamento discontinuo
- Reuso da corrente residual
- Recuperación de substancias presentes da corrente residual
- Uso de procesos alternativos
- Tratamento das correntes residuais (independentemente ou de modo integral).

Dacordo con estes principios xerais, o desenrolo de tecnoloxías limpas non é un camiño unívoco senon que en cada caso pode tomar múltiples direccións. A continuación farase referencia a un sector industrial moi característico e de grande importancia en Galiza, como é o da conserva de produtos mariños, e indicaranse algunhas das pautas usadas para minimizar e tratar de forma máis efectiva os seus efluentes líquidos.

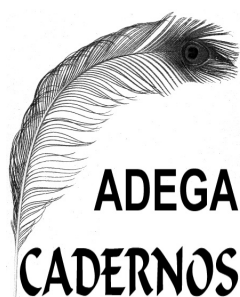
3.4. A INDUSTRIA CONSERVEIRA DE PRODUTOS MARIÑOS

A xeración de augas residuais na industria conserveira é moi importante dados os volumes de auga que se utilizan no procesado das materias primas. As características e o caudal de vertido global varían de forma notabel co tempo, dependendo do proceso que se esté a realizar na fábrica. Por exemplo, as augas de cocción e desangrado presentan un elevado contido en materia orgánica, mentres que a corrente xerada na esterilización das latas vértese practicamente limpa e as augas utilizadas nas operacións de lavado e arrastre conteñen unha cantidade importante de sólidos en suspensión. Isto dá lugar a un efluente global con grandes picos de caudal, carga orgánica e sólidos. Tamén hai que ter en conta que hai liñas de produción estacionais, por exemplo, a liña de mexillón, que pode supor ata un 50% do caudal global de vertido, somentes opera durante 4 ou 5 meses ao ano.

Debido á utilización de auga de mar e salmoiras nas distintas etapas do proceso, unha característica importante dos efluentes é a súa alta salinidade así como a presenza de sulfato. A carga contaminante procede basicamente da materia prima principal, o peixe, con aportación limitada doutras materias auxiliares como a sosa cáustica, utilizada para lavar as parrillas de cocción, sal e líquidos de cobertura. Polo tanto, trátase de augas con biodegradabilidade media-alta, condicionada ao seu contido salino, sendo relativamente inocuas en canto a salubridade ao non conter compostos tóxicos nen contaminación bacteriana [2,3].

A busca de tecnoloxías limpas dentro deste sector está sendo axudada por diversos estudos levados a cabo que tentan resumir todas aquelas medidas específicas que supoñen a mellor operación do proceso con menor xeración de residuos. Neste sentido, estanse levando a cabo diversos manuais ou “libros brancos” por parte de diversas administracións como a Xunta de Galicia, o Goberno Vasco, etc. O manual desenrolado polo IHOBE [4] é un claro exemplo destes documentos. En concreto, este manual presenta toda unha serie de indicacións para reducir as emisións de efluentes, sendo a súa grande virtude que é moi específico para este sector industrial indo máis alá das frases xenéricas como as mencionadas no apartado 2 deste artigo. A táboa 1 recolle unha serie de recomendacións presentes neste manual, as cales están encadradas en diversos epígrafes tales como “Boas prácticas operativas”, “Cambio de materias primas” ou “Recirculación en fábrica”, “Cambios tecnolóxicos”, “Cambios en produtos”, que fan referencia ao tipo de medida e ao tipo de operación implicada.

Na industria conserveira xéranse elevados volumes de augas residuais, de características que varían de forma notábel co tempo, dependendo do proceso que teña lugar na fábrica



Táboa 1. Medidas de mellora e redución das augas residuais das industrias conserveiras [4]. Lenda: CT, Cambio tecnolóxico; REF, reutilización en fábrica; CMP, cambios nas materias primas; BPO, boas prácticas operativas; RE, reciclaxe externa; CP, cambios en produtos.

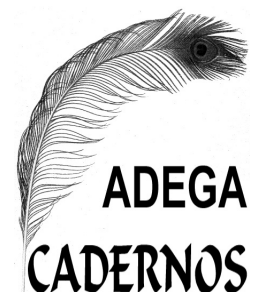
OPERACIÓN IMPLICADA	MEDIDA DE MELLORA	TIPO
Abastecemento de auga	Instalación de contadores	CT
	Búsqueda de fontes alternativas de suministro	BPO
Manipulación dos residuos de peixe e moluscos	Transporte en seco dos residuos	CT
	Colocar os residuos frescos en recipientes o antes posíbel	BPO
	Empregar recipientes estancos ou colocar un plástico no fondo para evitar goteos	BPO
Refrixeración	Recuperación da auga de refrixeración	REF
Lavado do peixe	Evitar o lavado conxunto de vísceras, cabeza e carne	BPO
Cocción	Cocción en auga doce	CT
	Cocción a vapor/vacío	CT
	Axuste de tempo e temperatura. Instalación de termostatos	BPO
	Escurrir completamente as parrillas sobre o cocedeiro	BPO
	Separación do aceite de cocción e venta para outros usos (peixe)	RE
	Rexeneración de salmoiras mediante filtros metálicos	REF
	Rexeneración de salmoiras por filtración con membranas	CT
Non valdeirar os cocedeiros (inmersión) con menos coccións das previstas	BPO	
Adición de líquidos de goberno	Utilizar máquinas con sistema de dosificación	CT
	Depósitos independentes para cada tipo de líquido	BPO
Peche de latas	Utilizar protectores de salpicaduras	BPO
Lavado de latas	Lavadoras con recirculación de auga	CT
	Lavadoras con recuperación de aceite	CT
Esterilización	Recuperación do auga de enfriamento de autoclaves	REF
	Esterilizar co autoclave completo	BPO
Produción de vapor	Recuperación de condensados	REF
Limpeza de maquinaria e pabellóns	Recollida previa de grosos en seco	BPO
	Colocación de filtros nas arquetas	BPO
	Utilizar os produtos de limpeza nas dosis indicadas	BPO
	Limpeza a presión	BPO
	Mangueras con boquillas e válvulas de abertura/peche	BPO
	Manguera de pequeno diámetro onde sexa posible	BPO
	Non deixar secar a suciedade	BPO
	Recuperar coidadosamente líquidos contidos en dosificadoras, pechadoras, etc. antes de limpalas e reacondicionálas para a súa reutilización	REF
Xeral	Paredes e chans lisos e doados de lavar	CT
	Utilización de lavamán, grifos, etc. de abertura e peche automáticos (pedal)	BPO
	Axustar o caudal empregado en equipos consumidores de auga	BPO
	Apagar equipos que consumen auga durante paradas prolongadas	BPO
	Reparación inmediata de fugas en válvulas, tuberías, etc.	BPO

A carga contaminante nunha conservería procede basicamente da materia prima principal, o peixe, con aportación limitada doutras materias auxiliares como a sosa cáustica, o sal e os líquidos de cobertura

3.4.1. Xestión das graxas presentes nos efluentes da industria conserveira

Ademais do tipo de medidas anteriormente comentados, tamén é importante desenrollar novos procesos que sexan capaces de converter determinadas correntes residuais en subprodutos de interese. Á continuación preséntase o caso do proceso desenvolvido pola universidade de Santiago de Compostela que ten como obxectivo converter as graxas separadas nas plantas depuradoras en aceites combustibles.

Os efluentes residuais da industria conserveira son ricos en materias graxas que proceden, fundamentalmente, do procesado do peixe (sardiña ou atún), sendo as correntes xeradas durante a cocción as de maior contido en graxa, xa que o tratamento térmico ao que é sometido o peixe, fai que a graxa que contén sexa solubilizada pasando a formar parte do efluente líquido. Outra etapa de xeración de graxas e aceites é a adición de líquido de cobertura nas latas, onde se perde líquido que pasa a formar parte das augas de baldeo. A corrente residual procedente das lavadoras de latas (sempre que non se trate de lavadoras con recuperación de aceite) e as augas de limpeza xeral da factoría, tamén conteñen este tipo de materiais.



Os aceites e graxas presentes nas augas residuais poden ocasionar problemas en instrumentos e equipos (debido á súa acumulación), ou nos procesos de depuración (debido á súa difícil degradación). Ademais, a graxa e o aceite causan un gran impacto no medio ambiente, podendo ocasionar problemas importantes de contaminación.

Os dispositivos basados na flotación empréganse como tratamento primario para a eliminación da materia graxa en suspensión. Os sistemas máis utilizados para este fin son os de flotación por aire disolto (DAF) e por aire de cavitación (CAF). A implantación destes equipos permite a mellor operación das plantas de tratamento de augas pero supón a xeración dun novo residuo, inda que de volume menor. A xestión máis frecuente destes flotantes recollidos pasa polo seu depósito en vertedoiros. Porén, as novas directivas da UE están facendo esta opción cada vez menos viable.

Con esta filosofía, na Universidade de Santiago de Compostela desenrollouse un proceso de tratamento de graxas que permite converter este residuo nunha corrente orgánica rica en aceites, susceptible de ser usada como combustible de alta calidade (comparábel ao gasóleo) e unha corrente líquida acuosa de baixa carga que pode ser tratada en calquera planta de depuración convencional. A porcentaxe de aceite recuperado sitúase en torno ao 45% do residuo graxo procesado [5]. A incorporación deste proceso nas factorías permite reducir o impacto global dos efluentes líquidos e facer os procesos máis eficientes dende o punto de vista enerxético.

3.4.2. Xestión de augas de esterilización

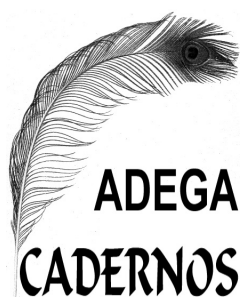
Outro exemplo na mellora que se pode acadar ao xestionar as augas residuais das factorías conserveiras pódese atopar na corrente de augas de esterilización. Como consecuencia de diversos procesos, como por exemplo a introducción do aceite como líquido de cobertura, as latas quedan impregnadas desta sustancia. A incorporación de novas tecnoloxías para a minimización da xeración de vertidos centrouse na adquisición de equipos de inxección de aceite en valeiro, que substitúen ós tradicionais sistemas por gravidade reducindo considerablemente as perdas de aceite por rebose e arrastre.

As latas unha vez cheas pasan a un proceso de esterilización que se leva a cabo en autoclaves herméticos nos que se inxecta vapor ata conseguir temperaturas de máis de 115 °C que, mantidas durante un certo tempo, aseguran a inocuidade microbiolóxica do produto. En cada esterilización úsase unha grande cantidade de vapor que, posteriormente, é condensado orixinando unha auga que ten como única impureza o aceite arrastrado das superficies exteriores das latas, nunha cantidade normalmente inferior ao 1% en volume, pero que impide a reutilización desta auga. Esta é a razón pola que é moi usual que a auga de autoclaves se incorpore ó circuito xeral de augas residuais.

Dado que o volume destes condensados é unha cantidade importante de auga, é moi recomendábel proceder aos estudos necesarios orientados ao deseño dun sistema para o acondicionamento desta corrente e a súa reutilización en fábrica, para o cal resulta imprescindible proceder á separación do aceite.

Neste senso, xa en diversas factorías galegas se están a incorporar unidades de separación de aceites que permitan recuperar o aceite e obter unha auga practicamente limpa. Na práctica xa se constatou que esta medida ten un grande impacto na redución sustancial tanto do volume de auga limpa requerido pola empresa como no volume de auga residual a tratar coa consecuente repercusión ambiental e economicamente positiva.

Na Universidade de Santiago de Compostela desenvolveuse un proceso de tratamento de graxas, que permite aproveitar os aceites como combustible de alta calidade



3.5. CONCLUSIÓNS

A industria conserveira de produtos mariños é un sector de grande importancia en Galicia, territorio que concentra a maior densidade deste tipo de factorías na Unión Europea. Estas factorías presentan unha gran complexidade nos seus efluentes líquidos debido a numerosos factores como a presenza de diferentes liñas de procesado, a estacionalidade das materias primas, a presenza de altas cantidades de materia orgánica, aceites e graxas, a súa salinidade, etc. Ademáis, o consumo de auga doce é moi alto producíndose así mesmo inxentes volumes de augas residuais a tratar.

A integración dos principios directores da normativa comunitaria en materia de efluentes líquidos ós procesos industriais supón a adopción de toda unha serie de medidas que reduzan a emisión de augas residuais, promovan a reciclaxe, etc. A aplicación destas técnicas de optimización do proceso productivo debe seguir unha xerarquía, comenzando polas opcións de *Producción Limpa* ou redución na fonte, seguidas das opcións de reciclaxe. As opcións de tratamento dos residuos (depuración) soio deben considerarse despois de agotar satisfactoriamente tódalas vías anteriores.

Neste senso, o sector conserveiro pode ser tomado como exemplo representativo no que as medidas que se están tomando nos últimos anos inclúen todas estas etapas. Dende a mellora dos elementos do proceso, a mellor xestión do mesmo, a busca de procedementos que xeneren menos residuos, ata o desenvolvemento de tecnoloxías de depuración máis efectivas e de menor custe.

Xéranse elevados volumes de condensados de augas de esterilización, polo que é moi recomendábel diseñar un sistema para o seu acondicionamento que permita a reutilización desta auga na fábrica

REFERENCIAS

1. Lema, J.M and Omil, F. (2001). "Anaerobic treatment: A key technology for a sustainable management of wastes in Europe". *Water Science Technology*, **44** (8), 133-140.
2. Soto, M.; Méndez, R. y Lema, J.M. (1990). Efluentes residuales en la industria del procesado de productos marinos. Caracterización, gestión de efluentes y alternativas de tratamiento. *Ingeniería Química*, **22**, 203-209.
3. Omil, F., Méndez, R. y Lema, J.M. (1994). Impacto ambiental del sector conservero de productos marinos en Galicia. *Tecnología del agua*, **128** 17-24.
4. IHOBE S.A. (1999). Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones: conservas de pescado.
5. Universidad de Santiago de Compostela (2000). Procedimiento de obtención de un aceite combustible a partir de las aguas residuales de las industrias de procesado de productos marinos. Patente P 2000 01377.

