

AUTOMATIZOVANÁ STERILNÍ FILTRACE S REGENEROVATELNÝMI POMOCNÝMI FILTRAČNÍMI PROSTŘEDKY

Dr.Dietmar OECHSLE, Ing.Ludger GOTTKEHASKAMP, Ing.Wolfgang BAUR, Roland W.SCHLENKER, Schenk Filterbau, Waldstetten

Klíčová slova: *filtrace piva, sterilní filtrace, ekonomie, regenerace*

663

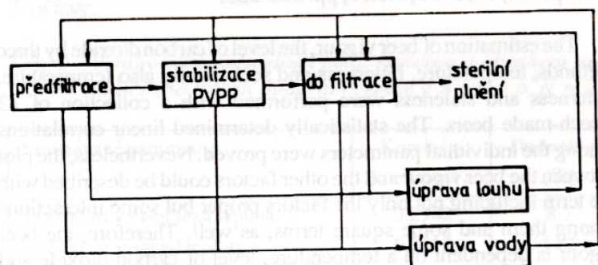
Konečná filtrace piva je důležitou částí výroby piva. Je posledním krokem k ovlivnění kvality piva a jeho biologické trvanlivosti. Za tímto účelem jsou v celém světě v provozu deskové filtry. Provoz sterilního deskového filtru je jistý, ale pracovně náročný proces, a nemůže být vzhledem k ruční výměně opotřebovaných desek plně automatizován. Kritickým bodem je rovněž likvidace opotřebovaných desek vzhledem k zatížení životního prostředí.

V pivovarství byly zkoumány a zavedeny různé filtrační techniky nahrazující deskovou filtraci. Mezi jinými membránové filtry, keramické filtry a dvojité křemelinové filtrace.

Stoupající poptávka po pivu sterilizovaném za studena, tzv. draft-pivu, ukázala na potřebu filtračních technologií, které se hodí pro velké pivovary, a které mohou být plně automatizovány. V této práci se představuje nový systém pro sterilní filtraci, při kterém jsou používány regenerovatelné filtrační materiály - tzv. RFM systém.

Tento systém nahrazuje předcházející sterilní filtraci a jiné metody tak, aby dodržel sterilizaci piva za studena. Blokové schéma filtrační linky zítřka je znázorněno na *obr. 1* a představuje kompletní řešení nového pojetí filtrace.

Schenk Filterbau pracuje na koncepci regenerovatelné filtrační linky včetně předfiltrace, stabilizace pomocí PVPP a dofiltrace s regenerovatelnými filtračními prostředky, jakož i s regenerací používaných chemikálií ve filtračním procesu, jako jsou např. roztoky louhu, kyselin a proplachovací voda.



Obr.1. Celková koncepce "Regenerovatelná filtrační linka"

Stabilizace PVPP s recyklací stabilizačního prostředku včleněná do filtrační linky je dnes světovým standardem techniky a je známa pivovarskému průmyslu od r. 1972. Dříve byly k ovlivnění chemicko-fyzikální odolnosti používány PVP a Nylon.66. Jiné technologie jsou v současné době ve vývoji.

Cíle technologie RFM:

- plně automatizovaný proces
- regenerovatelné pomocné filtrační prostředky
- uzavřený systém
- flexibilita ostrovní filtrace
- ohleduplnost vůči životnímu prostředí
- hospodárny systém

Vybavení a filtrační materiál: požadavky na filtrační materiál

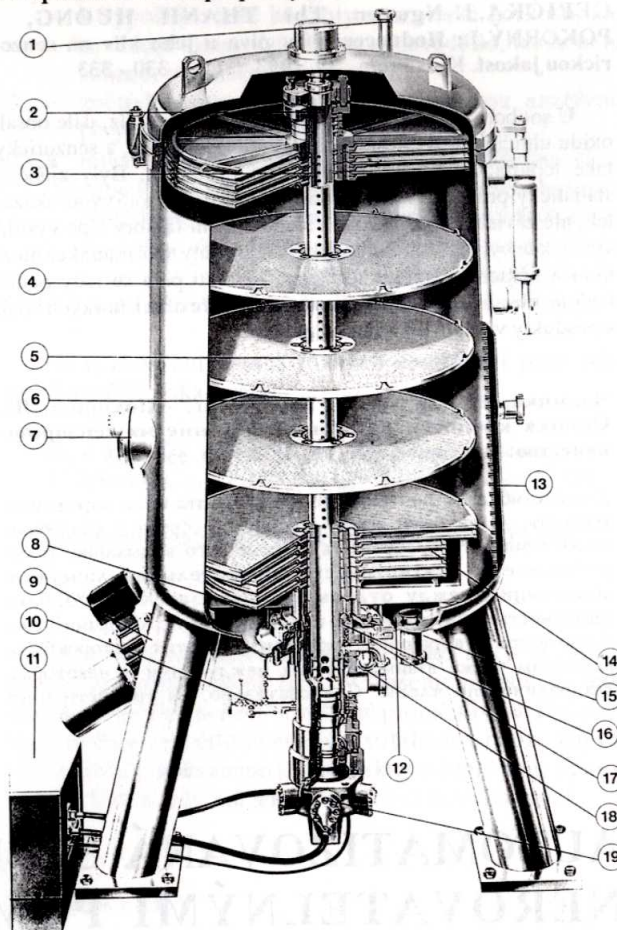
- odolnost vůči louhům a kyselinám
- odolnost vůči teplotám do 95 °C (pára do 120 °C)
- hydrofilnost
- opětná možnost suspendování a homogenizace
- mechanická stabilita

Vhodným pomocným filtračním prostředkem vyhovujícím těmto požadavkům je směs organického a anorganického materiálu. Organická složka sestává z α -celulosových a polyethylenových vláken různých délek, anorganická složka obsahuje vysoce kalcinovaný α -aluminiumoxid o vysoké čistotě s definovanou velikostí částic a jejich optimálním rozdělením. Úspěch technologie RFM je závislý na filtračním materiálu, filtračním zařízení a technologii filtrace.

Pro technologii RFM je nutno použít takový typ filtru, který zajistí homogenní a zcela rovnoměrné naplavení filtračního koláče na celou filtrační plochu. To umožňuje horizontální křemelinový filtr PRIMUS (obr.2). Každé jednotlivé horizontální síto má svůj vlastní přívod pro základní naplavení a pro nefiltrované pivo. Rozdělení je kontrolováno takovým způsobem, že je zaručeno konstantní proudění z centra na celý filtrační povrch. Hlavní proud se rozděluje do více malých vstupních proudů, které nesou homogenní suspenzi na rozdělovač každého filtračního elementu, uloženého kolem hřídele pro odvod filtrátu. Odtud teče suspenze do sedimentační zóny mezi dvěma elementy. Filtrační elementy se naplávají rovnoměrně po celé filtrační ploše, takže kalový prostor je beze zbytku využit. Homogenním rozdělením po celé filtrační ploše se dosahují dobré filtrační výsledky.

ZÁKLADNÍ NAPLAVENÍ FILTRAČNÍHO KOLÁČE

Suspenze je v zásobníku a dávkovači přibližně o koncentraci 10 % hmot. Před filtrací je suspenze naplavována cirkulací v okruhu při rychlosti 15 hl/m²h. Všechny filtrační materiál je naplaven do filtru během 60 minut a vytvoří filtrační koláč o tloušťce 30 až 40 mm. Množství naplaveného prostředku je 5 - 7 kg/m². Po základním naplavení vodou se filtr vyprázdní pomocí CO₂, čímž se tloušťka filtračního koláče slačí cca na 25 mm proto, aby se dosáhlo odpovídající propustnosti a míry zadržovací schopnosti filtrační přepážky.



Obr.2. Sterilní filtr ZHF/Z Primus - nový design

1 - odvzdušnění, 2 - zařízení na stahování filtračních elementů, 3 - přívody na jednotlivá síta a distanční trubka, 4 - podpěrky, 5 - filtrační síto, 6 - hřídel pro odvod filtrátu, 7 - nádoba filtru s průhledítkem, 8 - zařízení pro výhoz křemeliny, 9 - hrdlo pro výhoz křemeliny, 10 - proplachování manžet, 11 - hydraulický agregát, 12 - centrální přívod, 13 - ostřikovací zařízení, 14 - elementy pro "zbytkovou filtraci" při vyprazdňování, 15 - vstup, plnění nádoby filtru, 16 - utěsnění hřídele, 17 - odvod "zbytkového filtrátu" při vyprazdňování, 18 - odvod hlavního filtrátu během filtrace, 19 - motor hydrauliky.

FILTRACE

Na počátku filtrace je prázdný filtrační kotel předplněný CO₂ naplněn přes spodní výpusť pivem. Po ostrém oddělení vody, obsažené ve filtračním koláči, je filtr připraven pro filtraci piva. Průtoková rychlost je mezi

8 a 10 hl/m².h. Filtrační cykly trvají mezi 10 až 16 hodinami a závisí na vzestupu tlaku - způsobeném zadržením částic, např. kvasnic, bakterií a především kalových částic, např. β -glukanů apod. Technologie RFM je hloubkový filtrační proces ve srovnání s naplavením a běžným dávkováním u křemelinových filtrů.

REGENERACE

Výběr regenerační technologie je ovlivněn koncentrací zadržených mikroorganismů, jako jsou kvasnice a bakterie, jakož i množstvím zadržených kalových částic ve filtračním koláči. Tyto materiály musí být z filtračního koláče odstraněny, aniž by to ovlivnilo filtrační materiál a stabilitu filtračního koláče, tak aby byl zajištěn hladký průběh následných filtračních cyklů. Mnoho výzkumné práce bylo věnováno zkoumání regeneračního mechanismu z hlediska FYZIKÁLNÍHO I CHEMICKÉHO. Ve filtračním koláči jsou zadrženy různé kalové částice, které mají svůj původ v různých surovinách, např. sladu, cukru, kukuřičných surovinách a chmelu, dále mikroorganismy, stabilizační přísady a vodní sraženiny. Byla zkoumána jejich rozpustnost v kyselině, louhu a horké vodě tak, aby bylo možno tyto částice rozpouštět a vyplachovat vodou. Výsledky výzkumu ukázaly, že "silná" piva a piva s normální koncentrací extraktu vyžadují rozdílné regenerační programy.

Testovány byly následující regenerační metody:

Program R1: Proplachování horkou vodou

Proplachování horkou vodou o teplotě přes 80 °C je používáno v takových případech, v nichž je převažující část zadržených částic rozpustná ve vodě. Filtr se naplní horkou vodou a koláč se proplachuje po dobu 30 minut ve směru filtrace při rychlosti do 15 hl/m².h.

Program R2: Horký louh

Horký louh při 80 °C o koncentraci 1,0 % hmot. rozpouští většinu výše uvedených látek. Horký louh je používán po proplachu horkou vodou po dobu cca 20 min a vytlačení je rovněž horkou vodou. Rychlost je stejná jako v programu 1.

Program R3: Kyselina fosforečná

Studená kyselina fosforečná za chladu (1% roztok) rozpouští kal a vodní usazeniny. Po propláchnutí ve směru filtrace je kyselina vytlačena studenou vodou.

Program R4:

V některých případech je nutná opětná suspendace filtračního koláče před propláchnutím louhem. To znamená, že filtrační koláč je převeden do zásobníku a dávkovače, aby se zkyprily vláknité látky, a potom je ve filtru znovu naplaven. Toto dovoluje jednoduché vypláchnutí zadržených látek louhem, kyselinou nebo horkou vodou. Použití louhu regeneruje také zeta potenciál celulosy a aluminiumoxidu.

U zkušebního zařízení, které je v provozu 30 měsíců, se potvrdilo, že za normálních předpokladů je účinné propláchnutí horkou vodou 4 až 6krát, aniž je nutný výhoz filtračního koláče. Ztráty filtračního materiálu jsou u zkušebního zařízení 3 až 5 % a musí být po každém převedení koláče a regeneraci louhem nahrazeny.

Ztráty jsou menší u plně automatizovaného zařízení. Tentýž filtrační materiál byl nasazen po dobu 6 měsíců, aniž by došlo k jakýmkoliv změnám původní specifikace.

Na základě smíchání různých podílových složek mohou být v podstatě vyráběny dvě směsi filtračních materiálů. Jedna se používá pro jemnou filtraci k vyčištění piva

a oddělení kvasnic před pasterizací. Druhá směs je ostrým filtračním prostředkem, s pomocí kterého může být pivo sterilováno studenou cestou. Tento materiál zachycuje kvasnice i bakterie.

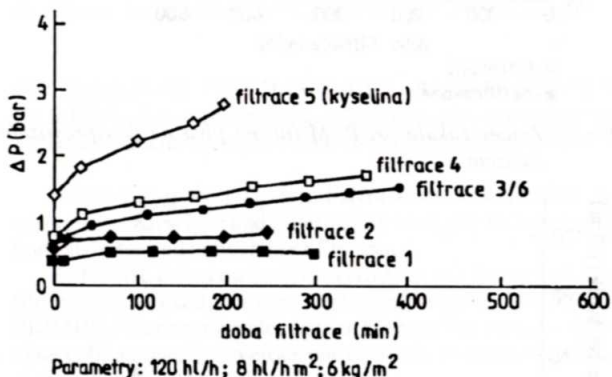
KONEC FILTRACE

K převedení filtračního koláče se roztočí filtrační elementy. Ostřikovací lišta umožňuje dobré odstranění pomocných filtračních prostředků z filtračních elementů a intenzivní čištění filtračních sít. Filtrační síta mají velikost ok 55 μ m. Kompletní filtrační zařízení sestává z filtru, zásobníku a současně dávkovače, oběžného čerpadla pro cirkulaci, dávkovacího čerpadla, čerpadla na pivo a potřebného potrubí. Pro dávkovač bude zkonstruováno nové míchadlo, které umožňuje homogenizaci filtračního prostředku. Tomu napomůže oběžové čerpadlo pro cirkulaci.

VÝSLEDKY STERILNÍ FILTRACE RFM

Tlakové křivky

Typické křivky nárůstu tlaku při filtraci RFM (jemná filtrace k vyčištění a oddělení kvasnic) ukazuje obr. 3. Pivo bylo vyrobeno podle německého zákona o čistotě piva a předfiltrováno na svíčkovém křemelinovém filtru. Původní koncentrace extraktu činila 11 %. Obsah kvasnic po křemelinové filtraci byl poměrně vysoký (10 až 500 kvasničných buněk na 100 ml). Filtr pracoval při rychlosti proudění 8 hl/m² (cca 120 hl/h). Filtrační materiál byl dávkován v množství 6 kg/m². První dvě filtrace probíhaly při relativně nízkém rozdílu tlaků cca 0,5 barů. Po každé filtraci byla provedena regenerace a sterilizace propláchnutím horkou vodou. S rostoucím počtem regeneračních a filtračních cyklů se zvyšoval tlakový rozdíl.

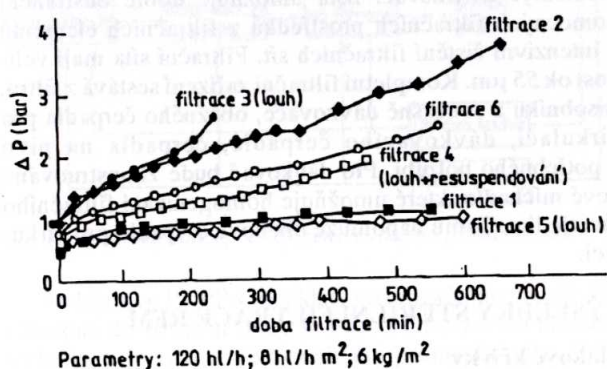


Obr. 3. RFM - Dofiltrace výčepního piva

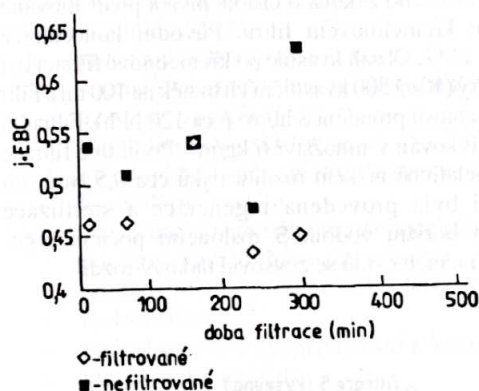
Tyto pokusy ukazují, že po propláchnutí horkou vodou po 5. filtraci byla nutná regenerace kyselinou. Je zřejmé, že usazeniny, které zůstaly po propláchnutí horkou vodou, jsou rozpustné v kyselině. Úroveň tlaku při 6. filtraci se jasně snížila. V závislosti na pracovních podmínkách v pivovaru, byly během testu prováděny filtrační cykly po 4 - 8,5 h. Výsledky technologie RFM u "high gravity" piva (15,8 % hmot.) ukazuje obr. 4.

V tomto pivovaru bylo úkolem vyrábět pivo sterilně za studena. Použité suroviny slad, rmutovací přísady a cukr a původní koncentrace extraktu (15,8 % hmot.) jsou od předchozího příkladu rozdílné a výsledkem jsou různé tlakové křivky, vyžadující odlišný průběh regenerace.

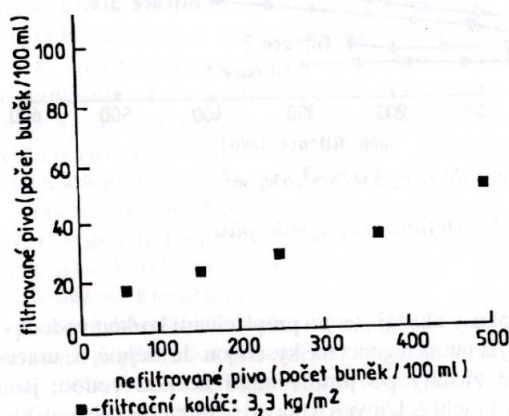
Po filtraci 1 a 2 byl koláč propláchnut horkou vodou a sterilizován. Tlakový rozdíl od filtrace 1 k filtraci 3 silně stoupá. Požadavek pivovaru filtrovat déle než 14 hodin, aby bylo dosaženo stejné délky cyklu jako u předfiltrace křemelinovým filtrem PRIMUS, nemohl být zpočátku splněn. Obr. 5 ukazuje snížení zákalu, které se pohybuje mezi 0,1 a 0,2 j.EBC, měřeno zákaloměrem Sigrist v úhlu 90° při 620 nm. Tyto výsledky jsou srovnatelné s deskovou sterilní filtrací.



Obr.4. RFM - Dofiltrace vysoce koncentrovaných pív



Obr.5. Změny zákalu při RFM filtraci piva na čtvrtprovozním zařízení



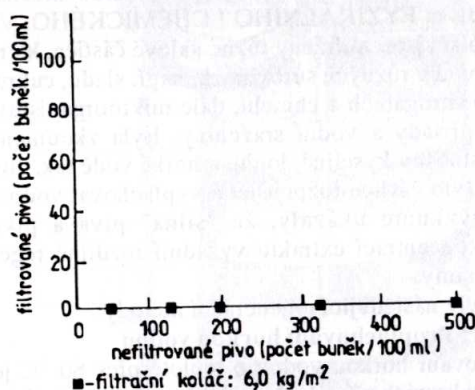
Obr.6. Zachycení kvasinek při filtraci piva na čtvrtprovozním zařízení

MÍRA ZADRŽENÍ MIKROORGANIZMŮ

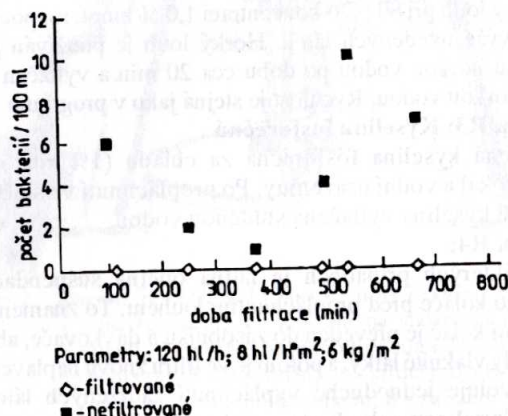
Míra zadržení mikroorganismů závisí na specifické rychlosti filtrace, počáteční koncentraci a propustnosti, která je předem dána množstvím filtračního materiálu

a složením směsi. Pokusy byly prováděny s různým hmotnostním zatížením filtračním materiálem. Obr.6 ukazuje biologické výsledky při naplavení 3,3 kg/m² filtračního materiálu. Vyšší vstupní koncentrace přiváděných kvasnic nemohla být zcela redukována.

Po zvýšení filtračního koláče až na 6,0 kg/m² (obr.7) byly všechny odebrané vzorky z hlediska kvasničných buněk bez nálezu. Nezávisle na počáteční koncentraci kvasnic byly obě filtrace prováděny při specifické filtrační rychlosti 8 hl/m² h = 120 hl/h. Míra zadržení bakterií nemohla být v pivovarech zjišťována, protože již nefiltrované pivo bylo prosto bakterií. Výsledky ilustrující odstranění bakterií jsou k dispozici z filtrace vína při množství filtrační směsi 6 kg/m² se stejnou propustností jako u sterilní filtrace piva. Koncentrace bakterií od 0 až do 10 zárodků/100 ml byla redukována na nulu (obr.8).



Obr.7. Zachycení kvasinek při RFM filtraci piva na čtvrtprovozním zařízení



Obr.8. Zachycení bakterií při RFM filtraci piva na čtvrtprovozním zařízení

HOSPODÁRNOST POSTUPU

Při filtračním výkonu 500 hl/h a ročním výstavu 1,7 milionu hl vycházejí následující údaje:

Náklady na technologii RFM činí cca 0,22 až 0,27 DM/hl v závislosti na cíli filtrace. Sterilní filtrace je o něco náročnější než jemná filtrace. Náklady na deskovou filtraci jsou ve srovnání s RFM až o 80 % vyšší, v závislosti na účinnosti filtrace (0,20-0,40 DM/hl).

ZÁVĚR

Horizontální filtr PRIMUS dovoluje rovnoměrné a homogenní rozdělení filtračního prostředku. Z toho vychází bezpečné zadržení mikroorganismů během filtrace. Po několikanásobné regeneraci horkou vodou se musí uskutečnit proplach louhem, aby se zregeneroval filtrační koláč. Ztráta pomocného filtračního prostředku bude předběžně u výrobních zařízení pod 3-5 %, takže jsou patrné ve srovnání s předcházející deskovou filtrací ekonomické přednosti.

Zařízení RFM bylo oceněno Zlatou Salimou.

Lektoroval Ing. Jan VOBORSKÝ

Do redakce došlo 20.9.1993

OECHSLE, D.-GOTTKEHASKAMP, L.-BAUR, W.-SCHLENKER, R.W.: Automatisovaná sterilní filtrace s regenerovatelnými pomocnými filtračními prostředky: Kvas. prům., 39, 1993, č. 11, s. 333 - 337

Odstraňování pevných zbytků po filtraci, jakými jsou použita křemelina a filtrační desky, se stává stále obtížnější a nákladnější záležitostí.

Firma SCHENK Filterbau vyvinula postup na ostrou či sterilní filtraci, při kterém se ve filtru PRIMUS používá regenerovatelných filtračních prostředků. Tento nový filtrační postup, který je možno automatizovat, nahrazuje konvenční metody, používané při ostré či sterilní filtraci.

Regenerace filtračního prostředku se provádí jeho proplachováním horkou vodou, roztokem louhu a kyseliny. Uvedený postup vyžaduje použití filtračního prostředku, který je plně regenerovatelný, chemicky odolný a neobsahuje křemelinu.

Filtrační účinek lze nastavit na hrubší a jemnější stupeň.

Filtrační materiál je možno po filtraci a regeneraci opět použít. Je nutno pouze nahradit vzniklé ztráty. Významnou předností tohoto postupu je využití filtračních odpadů, které by jinak musely být likvidovány.

Postup využívá tlakového filtru s horizontálními sítí typ PRIMUS s ideální průtokovou charakteristikou spolu s vhodným zásobním a dávkovacím tankem. Zařízení je doplněno CIP-systémem, který pro regeneraci a závěrečný oplach filtru dodává horkou a studenou vodu, roztoky kyselin a louhů.

Эхсле, Г. - Готткехаскамп, Л. - Баур, В. - Шленкер, Р.В.: Автоматическая стерильная фильтрация применяющая регенерировательные фильтрационные средства. Квас. прум. 39, 1993, №11, стр. 333 - 337

Удаление твердых остатков после фильтрации, как напр. кремнеземля и фильтрационных плит становится все время более затруднительным и дорогостоящим делом.

Ф-а SCHENK Filterbau разработала метод тонкой или стерильной фильтрации, которой во фильтрационной установке марки PRIMUS применяет регенерировательных фильтрационных средств. Настоящий метод фильтрации, которой возможно автоматизировать заменяет до сих пор применяемые обыкновенные методы, использованные в ходе тонкой или стерильной фильтраций.

Регенерация фильтрационного средства проводится путем его промывания горячей водой, раствором щелочи и кислоты. Упомянутый метод требует использования вполне регенерировательного, химически устойчивого и не содержащего кизельгура фильтрационного средства.

Эффект фильтрации возможно установить на тонкой и крупный градуса.

После фильтрации и регенерации возможно фильтрационный материал повторно использовать. Необходимо только возместить возникшие потери. Значительное преимущество употребляемого метода состоит в использовании отходов после

фильтрации, которые в противоположном случае надо было бы удалить.

Метод использует фильтр-пресса типа ПРИМУС с горизонтальными сетками, имеющего идеальную проточную характеристику вместе с подходящим запасным и дозирующим танками. Оборудование оснащено системой безразборочной мойки (система), снабжающей фильтр для регенерации и заключительной его промывки горячей и холодной водой, растворами кислот и щелочей.

OECHSLE, D.-GOTTKEHASKAMP, L.-BAUR, W.-SCHLENKER, R.W.: Automated Sterile Filtration with Regenerable Filter Materials. Kvas. prům., 39, 1993, No. 11, pp. 333-337

The disposal of solid filtration residues such as spent kieselguhr and filter sheets is getting more and more difficult and expensive.

Schenk Filterbau has developed a procedure for the fine or sterile filtration by use of regenerable filter materials in the PRIMUS-filter. This new filtration process can be fully automated and replaces the conventional methods for the fine or sterile filtration.

The regeneration of the filter materials is done by flushing with hot water, caustic and acid. The process requires a filter material, which is fully regenerable, chemical resistant and free of kieselguhr. The filtration effect should be adjustable to a coarser and a finer degree.

After filtration and regeneration the total filter material is recovered. Only the losses have to be replaced. The important advantage of this process is the elimination of spent filtration residues, which usually have to be disposed.

For the performance of this new technique a horizontal pressure leaf filter with ideal flow mechanics (type PRIMUS) is used together with a suitable equipped holding and dosing tank. A CIP-system to supply hot and cold water, acid- and caustic solutions is required for the regeneration and filter rinsing.

OECHSLE, D.-GOTTKEHASKAMP, L.-BAUR, W.-SCHLENKER, R.W.: Automatisierte Sterilfiltration mit regenerierbaren Filterhilfsmitteln. Kvas. prům., 39, 1993, Nr. 11, S. 333-337

Entfernung von festen Filtrationsrückständen wie verbrauchte Kieselgur und Filterplatten wird allmählich ein mehr komplizierter und aufwendiger Prozess.

SCHENK Filterbau hat ein Verfahren zur Fein- und Sterilfiltration entwickelt, bei dem regenerierbare Filterhilfsmittel in PRIMUS-Filter angewendet werden können. Das neue Verfahren kann vollautomatisiert werden und ersetzt konventionelle Methoden zur Fein- und Sterilfiltration.

Die Regeneration des Filterhilfsmittels erfolgt durch Spülung mit Heißwasser, Laugen- und Säurelösung. Das besagte Verfahren erfordert ein solches Hilfsmittel anzuwenden, das voll regenerierbar, chemisch resistent und kieselgurfrei ist. Der Filtrationseffekt läßt sich von grob bis fein abzustufen.

Nach erfolgter Filtration und Regeneration ist es möglich, das Filterhilfsmittel in seiner Gesamtmenge wiederzuverwenden. Lediglich entstandene Verluste müssen ersetzt werden. Einen erheblichen Vorteil bei diesem Verfahren erblickt man bei Wiederverwendung von Filtrerrückständen, die sonst entsorgt werden müßten.

Das Verfahren benutzt einen PRIMUS Horizontalsieb-Druckfilter mit idealer Durchströmcharakteristik gemeinsam mit geeignetem Stapel- und Dosiertank. Der Komplex wird durch eine CIP-Anlage ergänzt, die zur Regeneration und Nachspülung des Filters Heiß- und Kaltwasser, Säuren- und Laugenlösungen bereitstellt.