مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم الهندسية المجلد (17) العدد (3) 1995
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Engineering Science Series Vol. (17) No (3) 1995

مواصفات مواد حشوة المرشحات الحبيبية السريعة

الدكتور أحمـــد قصـــير*

□ الملخّص □

تُعد الحشوة من أهم عناصر المرشحات السريعة، حيث تدخل هذه المرشحات ضمن منشآت محطات تنقية المياه للشرب والصناعة. أما الحشوة الأكثر انتشاراً فهي رمل الكوارتز الذي يحقق مواصفات الحشوة المرشحة مثل مقاومة التآكل بالاحتكاك والتفتت والاستقرار الكيميائي خلال عملية الاستثمار.

من المهم جداً هنا دراسة الطبقة المرشحة والطبقة الحاملة لها، واختيار العوامل التي تتصف بها المادة المرشحة والحاملة من أجل استخدامها المناسب. وقد حددت هذه الدراسة مواد وسماكات الطبقة الحاملة والمرشحة التي ينصح باستخدامها.

وهكذا نرى أن هدف هذه الدراسة هو:

1- تحديد مواصفات الحشوات المرشحة من أجل استخدامها الصحيح في الحالات المختلفة ورفع فعالية المرشحات الحبيبية السريعة.

2- تحديد مواصفات الطبقات الحاملة للحشوة المرشحة واستخدامها بشكل صحيح.

* مدرس في قسم الهندسة البيئية-كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الهندسية المجلد (17) العدد (3) 1995
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Engineering Science Series Vol. (17) No (3) 1995

The Characteristics of Charge Materials of Fast Granule Filters

Dr. Ahmad KASSIR*

❐ ABSTRACT ❐

The charge of fast filters is one of their important parts, because of filters' use in drinking and industrial water treatment stations. The most known charge is the quartz sand charge, which gives good characteristics as abrasion resistance and chemical stability during the period of working.

In addition to what have been said above, it is essential to study the characteristics of carrier bed, which must be similar to the charge's.

The purposes of this study are:

1- *Defining the characteristics of filters' charges to make use of that in various conditions and to increase the efficiency of fast granule filters' work.*
2- *Defining the carrier beds characteristics and controlling their work.*

* Lecturer, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

في أكثر الحالات لدى تحضير المياه لأغراض الشرب والصناعة تستخدم المرشحات الحبيبية، التي يعتبر من أهم عناصرها الحشوة المرشحة. أدى النمو الكبير لمشاريع الإمداد بالمياه والطلب على المواصفات الجيدة للمياه ورفع فاعلية منشآت التنقية المستثمرة وتخفيض كلفة إنشاء محطات ترشيح المياه التي تحدد مسائل التطوير الفعال للصناعة الوطنية، ونفاذ المادة الرئيسية المستخدمة في الترشيح رمل الكوارتز، وكذلك انخفاض مؤشراته التكنولوجية إلى مشكلة البحث عن مواد مرشحة محلية فعالة يمكن معالجتها صناعياً.

تستخدم في الوقت الحاضر في محطات الترشيح المستثمرة في المحافظات السورية المواد المرشحة المحلية رمل الكوارتز، الذي يتم الحصول عليه من منطقة القريتين التابعة لمحافظة حمص، يتميز هذا الرمل المحلي بتجانسه وبمواصفات فيزياكيميائية جيدة وبتقارب قطر حبيباته (0.6-1 ملم).

تبين الأبحاث التي أجريت على المواد المرشحة الجديدة المستخدمة في المرشحات الصناعية المختلفة التصاميم فعاليتها العالية في تنقية المياه [1، 2، 3، 4]، مما دفع المختصين في مجال تنقية المياه للاهتمام بشكل كبير بهذه المواد، واقترحوا استعمال مواد محلية حبيبية أخرى ذات منشأ صناعي أو طبيعي: الصخور البركانية، الخبث البركاني، الشونكيزيت، الصخور المعدنية (أكلوبوريت)، الخبث الحبيبي، مخلفات صناعة الحديد، الديوريت الحبي وغيرها، ويجب أن نشير هنا إلى أن طاقة الترشيح تزداد حتى الضعف باستخدام هذه المواد المرشحة المحلية الجديدة الفعالة مع المحافظة على النوعية الجيدة للمياه المرشحة (استناداً على الأبحاث المذكورة آنفاً)، وبذلك يسهل تأمين الحشوات المرشحة للمنشآت التي تكون قيد الانشاء والمستثمرة أيضاً.

مواد حشوة المرشحات الحبيبية:

يستخدم كمواد مرشحة في المرشحات الحبيبية رمل الكوارتز النهري، الكوارتز المكسر، الفحم الصلب (إنتراسيت)، المرر، المغنيتيت، الفتات الفخاري والكيرامزيت.

يجب أن تتصف المواد المستخدمة كحشوة مرشحة بعدم التآكل بالاحتكاك أو التفتت خلال عملية استثمار المرشحات، وبعدم الانحلال في المياه الخاضعة للترشيح، ويجب أن تحقق التدرج الحبيبي المفروض، وتحجز المواد العالقة والمتشتتة

الموجودة في المياه الخاضعة للترشيح، ويسهل غسلها من المواد المحتجزة فيها، ولا تلوث المياه المرشحة بأية مادة من المواد الداخلة في تركيبها.

يجري التحقق من مقاومة المادة المرشحة المختبرة للتآكل بالاحتكاك وللتفتت برج (هز) 100 غ منها ضمن 150 مل من الماء المقطر لمدة 24 ساعة بوساطة جهاز خاص بالهز، يصل عدد هزات قاعدته إلى 100 هزة في الدقيقة.

تنخل المادة المختبرة 100 غ عبر المناخل (1 مم، 0.5 مم)، توضع الكمية المارة من المنخل ذي الفتحات 1 مم والمتوقفة على المنخل ذي الفتحات 0.5 مم في أنبوب زجاجي سعة 200 مل، ثم يضاف إليها 150 مل ماء مقطر، ويغلق بالسدادة ثم يهز، بعد ذلك يفرغ الأنبوب من الماء وتجفف المادة المرشحة وتنخل من جديد عبر المناخل.

يميز نسبة تآكل المادة المرشحة بالاحتكاك كمية المادة المارة من خلال المنخل ذي الفتحات قطر 0.25 مم. ويميز نسبة تفتت المادة المرشحة كمية المادة المارة من خلال المنخل ذي الفتحات قطر 0.5مم والمتوقفة على المنخل ذي الفتحات قطر 0.25مم. تعتبر المادة المرشحة ذات مقاومة كافية ضد التآكل بالاحتكاك والتفتت عندما لا تتجاوز نسبة التفتت 4% ونسبة التآكل بالاحتكاك 2.5%.

تعطي نتائج التحليل الحبي قطر حبيبات المادة المرشحة وتجانسها كما يسمح التحليل الحبيبي بتعيين مؤشراتها المميزة التالية:

1- نسبة القطر 10% (d_{10}) من المادة المرشحة، أي قطر الكرة المكافئ لحبيبات المادة المرشحة التي توجد في العينة المختبرة بنسبة أقل من 10% من وزنها.

2- نسبة القطر 50% (d_{50}) من المادة المرشحة، أي قطر الكرة المكافئ التي توجد في العينة المختبرة بنسبة أقل من 50% من وزنها (dm).

3- عامل عدم تجانس حبيبات المادة المرشحة، الذي يساوي نسبة القطر 80% من المادة المرشحة إلى القطر 10% من المادة المرشحة المختبرة.

يتضمن التحليل الحبيبي للمادة المرشحة تنخيل العينة النموذجية المجففة عبر مناخل نظامية وتعيين نسبة المادة المتبقية على كل منخل. ويجب استخدام الرمل المغسول بشكل جيد والمتجانس كحشوة للمرشحات بحيث لا يتجاوز عامل عدم التجانس في جميع الحالات 2.2 (ويفضل أن يكون أقل من 1.75).[5]

يبين الجدول (1) مواصفات المادة المرشحة التي ينصح باستخدامها كحشوة مرشحة في المرشحات السريعة.[6]

الجدول رقم (1): مواصفات المادة المرشحة

نوع المرشح	مواصفات الطبقة المرشحة				
	التركيب الحبي				ارتفاع الطبقة mm
	القطر الأصغري للحبيبات mm	القطر الأعظمي للحبيبات mm	القطر المكافئ للحبيبات mm	عامل عدم التجانس	
1	2	3	4	5	6
مرشحات سريعة ذات تركيب حبي مختلف	0.5	1.25	0.7...0.8	2...2.2	700
	0.7	1.6	0.8...1.0	1.8...2	1200...1300
	0.8	2.0	1.0...1.2	1.5...1.7	1800...2000
مرشحات سريعة ثنائية الحشو	0.5	1.25 (رمل الكوارتز)	0.8	2	600...700
	0.8	1.8 (الفحم الصلب) (انتراسيت)	1.1	2	400...500
مرشحات سريعة نوع AKX	0.5	1.6	0.9	2...2.2	1450...1650

يستخدم الفحم الحبيبي النشيط كمادة مرشحة في المرشحات الثنائية الحشوة (الطبقة المرشحة العليا)، ويجب أن يملك وزنا نوعيا يتراوح في مجال 0.4-0.5 طن/م^3، وأبعاد حبيباته (القطر) في المجال 1-3مم، كما يجب أن يكون مستقرا بالنسبة للتآكل بالاحتكاك. تتوفر هذه الشروط في الفحم النشيط من النوع AG-3.

يعتبر رمل الكوارتز النهري أكثر المواد المرشحة انتشارا، حيث تتحقق فيه

جميع المواصفات المذكورة أعلاه الواجب توفرها في المواد المرشحة، علماً بأنه يحتوي على شوائب كلسية بكميات بسيطة.

من المواد الأخرى التي تستخدم كمادة مرشحة أي كحشوة ترشيح الفحم الصلب المكسر (انتراتسيت). تملك حبيبات الفحم الصلب كثافة أصغر من كثافة رمل الكوارتز، ولذلك تستخدم كحشوة مرشحة في الطبقة العليا في المرشحات الثنائية الطبقة الجدول (1). إن الفحم الصلب يحقق الشروط الواجب توفرها في مواد الحشوات المرشحة من مقاومة ميكانيكية واستقرار كيميائي وخاصة الأنواع التالية: AC, AK, AP.

تعتبر مسامية الحشوة المرشحة، كثافتها وشكل حبيباتها من الخصائص المميزة والمحددة للمواد المرشحة، إذ ترفع الحبيبات المتعددة الزوايا ذات السطح الخشن من فاعلية حجز الشوائب، وتعطي المسامية العالية الحشوة المرشحة مقاومة هيدروليكية صغيرة. كما تحدد كثافة حبيبات الحشوة شدة تدفق المياه اللازمة عند غسل الحشوة المرشحة، وتحدد أيضاً نظام العمل التكنولوجي للمنشآت ذات التدفق الصاعد للمياه.[7، 8]

تعين مسامية الحشوة المرشحة بالعلاقة:

$$n = 1 - \frac{m}{V\rho}$$

حيث:

m- كتلة المادة المغسولة والمنخلة ذات الحجم V، كغ.

ρ- كثافة حبيبات الحشوة كغ/م^3.

يُقيم شكل حبيبات الحشوة بعامل الشكل $\alpha_ş$ الذي يعبر عنه بنسبة مساحة سطح الحبيبة إلى مساحة سطح كرة مكافئة بالحجم. إن عامل الشكل لحبيبات الحشوات الحقيقية دائماً يكون أكبر من الواحد.

يبين الجدول رقم (2) مواصفات الحشوات الحبيبية المرشحة التي تستخدم بشكل واسع من أجل تنقية المياه. يمكن أن نذكر من هذه المواد المرشحة الكيرامزيت المكسر أو غير المكسر (الطبيعي)، الرمال البركانية، الخبث البركاني، شونكيزيت المكسر، صخور معدنية (اكلوبوريت، الخبث الصناعي، التسيوليت الطبيعي، الصخر الاسفنجي) وكذلك البلاستيك الخفيف (البينوبوليستيرول) الذي يستخدم في المرشحات كحشوة طافية، والفحم النشيط المستخدم في حالات ضرورة تحقيق تنقية المياه بالامتصاص.

يعتبر الكيرامزيت مادة حبيبية متعدد الوجوه وذات مسامية عالية، يتم الحصول عليها عن طريق حرق الغضار الخام في أفران خاصة. تمثل الرمال البركانية تحولاً

في شكل الصخور التي تحتوي على الفحم والتي خضعت للاحتراق في الحرائق التي تحدث في جوف الأرض. يتم الحصول على الكمية الضرورية من هذه المادة وبالتدرج الحبي المطلوب عن طريق تكسر هذه الصخور ثم تصنيفها بالغربلة (التنخيل).

الجدول رقم (2) مواصفات الحشوات الحبيبية المرشحة

عامل شكل الحبيبات α_i	مسامية الحشوة %	كثافة المادة /g cm^3	نوع المادة المرشحة
4	3	2	1
1.17	40...42	2.6...2.65	رمل الكوارتز
1.5	45	1.6...1.7	الفحم الصلب (انتراتسيت)
1.7...2.5	58...62	1.2...1.5	الكيرامزيت المكسر
1.3	45	1.7...1.8	كيرامزيت غير مكسر
2	52	2.4...2.5	الرمال البركانية الخبث البركاني
2.67	64	11.7	ماسترا
1.98	54	2.4	انكيخاكوت
1.7...2.0	56...58	1.5...1.8	شونكيزيت مكسر
-	42...44	2.6	خبث الأفران
-	48	3.2	خبث صناعة النحاس والنيكل
1.05...1.1	41...43	0.1...0.2	بينوبوليستيرول

الخبث البركاني:

هو المادة التي تتشكل بنتيجة تراكم الغازات في الحمم البركانية السائلة المتبردة. وتختلف خصائص الخبث البركاني تبعاً لمكان تشكله .

يتم الحصول على الشونكيزيت بطريقة حرق (شوي) المادة الطبيعية الحاوية على نسبة ضعيفة من الكربون (الفحم). ويقترب الشونكيزيت بخواصه من خواص الكيراميزيت المكسر.

يمكن أيضاً استخدام المخلفات الصناعية كمواد مرشحة: خبث الأفران والخبث الناتج عن صناعة النحاس والنيكل. يتميز الخبث عادة بالتدرج الحبي القريب جداً من التدرج الحبي المطلوب لحشوة مرشحات تنقية المياه. يستخدم عادة البينوبوليستيرول كحشوة مرشحة طافية. يتم الحصول على هذه المادة الحبيبية بالمعالجة الحرارية للمادة الأولية حبيبات البوليستيرول، أي تضخيمها، وهي من نواتج الصناعات الكيميائية. عند استخدام أنواع محلية جديدة من المواد الحبيبية المرشحة من الضروري تحديد الخواص الفيزيا-كيميائية، الحبية والصحية لهذه المواد التي يجب أن تحقق الخواص المطلوب توفرها في المواد المرشحة.

وتستخدم أيضاً المواد المرشحة النشيطة التي تستطيع بفضل خواصها نزع الشوائب العالقة وحتى الغروية من المياه، وكذلك الملوثات المنحلة في المياه الخاضعة للتنقية. ويستخدم من أجل معالجة ثبات (استقرار) المياه المرمر المكسر والمواد المغناطيسية، وينتشر بشكل واسع استخدام الفحم النشيط من أجل تخليص المياه من الطعم والرائحة. كما تستخدم أيضاً مادة التبادل الايوني الطبيعية كلينوبيتيلوليت من أجل إبعاد المركبات الآزوتية المنحلة في المياه.

الطبقات الحاملة للحشوة المرشحة.

تتوضع الطبقة الحاملة للحشوة المرشحة بين طبقة الترشيح وجملة التصريف في المرشح. تتلخص مهمتها في منع المادة المرشحة من التسرب مع المياه المرشحة من المرشح عبر جملة التصريف وكذلك تفيد في توزيع مياه الغسل على كامل مساحة المرشح.

يستخدم البحص المكسر والحصى المقاوم للتآكل كطبقات حاملة للحشوة المرشحة، ويجب أن تتصف هذه الطبقات بمقاومتها للتفتت وللتآكل بالاحتكاك، وبالاستقرار الكيميائي، وأن لاتحوي على أكثر من 10% من جسيمات أكسيد الكالسيوم وأن تتكون من جسيمات متجانسة، وفي كل طبقة يجب أن لايزيد قطر الحبيبات الكبرى عن قطر الحبيبات الصغرى في الطبقة نفسها أكثر من مرتين (مثلاً 2-4، 4-8، 8-16، 16-32مم).

كما يجب أن يكون قطر أصغر الحبيبات في السطح العلوي من الطبقة الحاملة الذي تتوضع عليه الطبقة المرشحة أكبر بمرتين من قطر أكبر حبيبات الحشوة المرشحة. وعندما تكون جملة أنابيب التصريف متوضعة مباشرة في طبقات البحص (الطبقات الحاملة للحشوة المرشحة)

ينصح الكود باعتماد ارتفاعات الطبقات الحاملة والتركيب الحبي كما في الجدول (3).

يمكن استخدام صفائح بيتونية مثقبة خالية من الرمل بوضعها فوق الطبقات الحاملة للحشوة المرشحة وذلك من أجل منع تحرك طبقات البحص الحاملة أو بوضع طبقة من البحص قطر حبيباته (16-32مم) بسماكة 20-25 سم فوق الطبقة الحاملة (2-4مم) للحشوة المرشحة.[9]

الجدول رقم (3) ارتفاعات الطبقات الحاملة للحشوة

ارتفاع الطبقة ، mm	حدود قطر حبيبات الطبقة mm
يجب أن تكون حدود الطبقة العليا أعلى من ثقوب جملة التوزيع والتصريف بـ100مم	40...20
100	20...10
100	10...5
50	5...2

الترشيح فوق السريع:

سرعة الترشيح: تحدد فاعلية المرشح المغلق بالتدفق الصاعد في الحشوة المضغوطة ضمن شروط نظام الترشيح فوق السريع سرعة الترشيح، تبين نتائج التجارب الموضحة بيانياً على الشكل (1) علاقة تغير سرعة الترشيح $v = f_1(t)$ خلال زمن عمل المرشح (t) عندما تكون كمية المواد العالقة في المياه الخامية Mo وسرعة الترشيح الابتدائية Vo، والتدرج الحبي للحشوة المرشحة (رمل الكوارتز) يطابق المواصفات الواردة في الجدولين (1) و (2) ذو القطر المكافئ de.

يتميز منحني سرعة الترشيح التابع لزمن عمل المرشح الذي حصلنا عليه بشكله الخاص المقارب للمحور الأفقي (محور الزمن).

ويظهر على الشكل نفسه المنحني البياني لعلاقة تغير فعالية تنقية المياه الخامية خلال زمن عمل المرشح $E = f_2(t)$ التي تؤكد استقرار عمل المرشح فوق السريع بسرعات متناقصة (شبه مستقيم أفقي). وتتعلق فعالية التنقية في هذه الحالة بكمية

المواد العالقة في المياه الخامية التي يجب أن لا تتجاوز 120 غ/م3، وبالسرعة الابتدائية للترشيح وتصل قيمتها العظمى حتى 60 م/سا، وبالتدرج الحبي للحشوة المرشحة.

فواقد الحمولة في الحشوة المرشحة: يتم قياس الضغط في نقاط محددة على جسم المرشح خلال فواصل زمنية متساوية من أجل تعيين فواقد الحمولة في الحشوة خلال زمن عمله. وقد رسمنا المنحنيات البيانية لتغير فاقد الحمولة في الطبقات المختلفة الارتفاع من الحشوة المرشحة $h = f_3(t)$ اعتماداً على المعطيات التجريبية الشكل (1) المنحنيات (1، 2، 3، 4).

عندما يكون فاقد الحمولة الكلي ثابتاً في المرشح ضمن فترة ما بين الغسيلين $h_f = const$ ويرافق التخفيض التدريجي لقيمة سرعة الترشيح زيادة مستمرة لفاقد الحمولة في الطبقات السفلية ذات الحبيبات الكبيرة الحجم، وفي الوقت نفسه ينخفض فاقد الحمولة في الطبقات العليا بفضل تخفيض سرعة الترشيح.

لدى مقارنة طبيعة فاقد الحمولة في الطبقات السفلية والتي تعلوها يمكن التأكيد على أن الكمية العظمى من الملوثات تحتجز في الطبقات السفلية ذوات الحبيبات الكبيرة الحجم، أما زيادة كميتها في الطبقات العليا خلال فترة عمل المرشح فكان بسيطاً. ولقد أدى انخفاض فاقد الحمولة الملاحظ في الطبقات العليا خلال فترة عمل المرشح الشكل (1) إلى تخفيض قوى التوتر التي تؤثر على الجسيمات الملتصقة على بعضها بعضاً فوق حبيبات رمل الحشوة المرشحة.

الاستنتاجات والتوصيات:

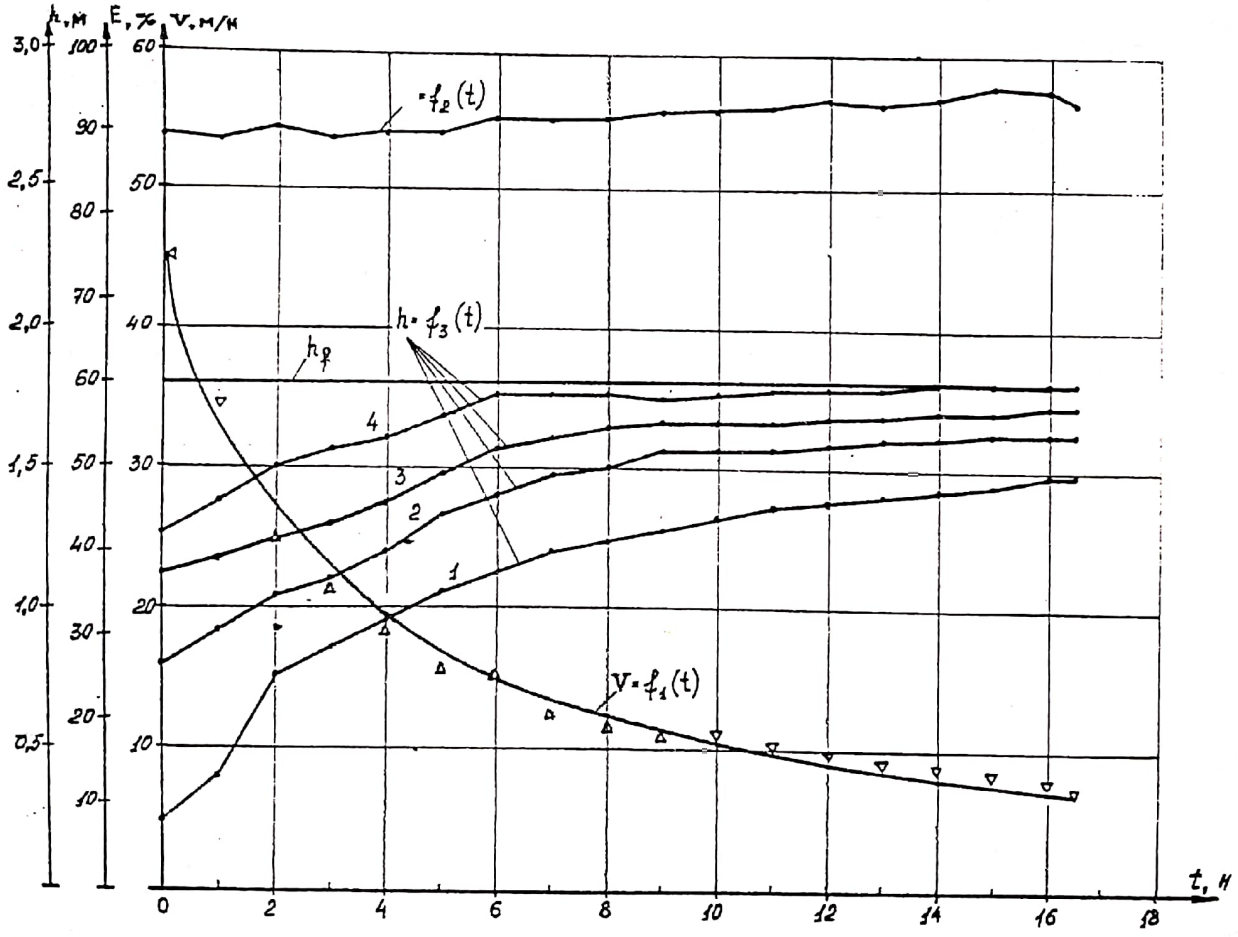
1-يجب الأخذ بعين الاعتبار مواصفات المواد المرشحة الحبيبية الواردة في هذا البحث (الجداول 1 و 2 و3) عند استخدامها في المرشحات السريعة بشكل عام.

2-ينصح باعتماد الترشيح فوق السريع بالتدفق الصاعد في المرشحات المغلقة للمياه الخامية التي تصل فيها كمية المواد العالقة حتى 120 غ/م3.

3-توجد إمكانية عالية للترشيح فوق السريع بالتدفق الصاعد في نزع الشوائب، وتمتد فترة عمل المرشح حتى 18 ساعة، في حين أن هذه المدة لا تتجاوز سبع ساعات باستخدام طريقة الترشيح فوق السريع العادي (من الأعلى إلى الأسفل).

4-يمكن تحديد البارامترات الأساسية التي تميز عملية تنقية المياه الطبيعية في المرشحات فوق السريعة بالتدفق الصاعد ضمن الحشوة المضغوطة واستخدامها في إجراء الحسابات التصميمية لمحطة الترشيح فوق السريع.

5-إن استخدام طريقة الترشيح فوق السريع بالتدفق الصاعد بالمقارنة مع الطريقة العادية للترشيح فوق السريع ضمن شروط عمل واحدة يسمح بتخفيض النفقات الاستثمارية بنسبة تصل حتى 30-35%.



الشكل (1) - تغير سرعة الترشيح -فعالية التتقية- فواقد الحمولة خلال فترة ما بين الغسلين.

de = 1.2, Mo = 32 g/m

REFERENCES المراجع

1-Adonova I. A. Experimentalnie issledovania Keramzitovoy Zagroozki V napornikh filtrakh c poveshenami Skorastiami filtratci pri groobom osvetlenie vodi Diss. K. T. N. L. 1971-183p.

2-Aukaev R.I. Meltser V.Z. Proizvodstvo I primenenie filtrwushikh Materialov dla Ochistki Vodi, stroyzdat L. 1985, 119p.

3-Danilova O. G. Issledovania Shwongizita V Kachestve filtrwusheva materiala dla Ochistki Vodi. Vodosnabjenia I Sanitarna Tekhnika, 1973, No.5 p. 16-17

4-Kassir A. H. Sverkhskorostnie filtri c Voskhodiashem potokom Diss. K. T. N. L. 1988-184p.

5-Abramov N.N Vodosnabjenie M. Stroyizdat 1982.

6-Snep 2-04.02. Vodosnabjenie narwojnie seti I soarwojenie M. Stroyzdat 1985.

7-Hammer M. J. *Water and Wast Water Technology*. John Willy and Sons, New Yourk 1977, 500p.

8-Birdie G.S. *Water Supply and Sanitary Engineering*, Dhanpeit Rai and Sons 1982.

9-Belan A. E. Khorjy P. D. Proektirovanie I raschot Ostroystv Vodosnabjeni, Kiev-1981.