

dr inż. Zygmunt Krzywosz, doc. Janusz Sokołowski

SGGW Warszawa

MOŻLIWOŚĆ ZASTOSOWANIA WŁÓKNIN JAKO FILTRÓW W NAWODNIENIACH KROPOLOWYCH

1. Wstęp

System nawodnień kropłowych jest jednym z bardziej oszczędnych i efektywnych sposobów nawadniania upraw polowych i szklarniowych warzyw i kwiatów oraz plantacji drzew owocowych. Nieodzownym warunkiem skutecznego działania tego systemu jest używanie wody o dużym stosunkowo stopniu czystości, pozbawionej zanieczyszczeń mechanicznych i chemicznych, które powodują zatykanie przewodów doprowadzających wodę, a zwłaszcza zwilzaczy /kroplomierzy/. Z tego względu woda pobierana z różnego rodzaju ujęć musi być poddawana oczyszczeniu w systemie filtrów pozabawiających ją zanieczyszczeń mineralnych i organicznych. Dotychczas najczęściej stosowane są proste filtry piaskowo - żwirowe lub siatkowe, wymagające jednak uciążliwych zabiegów przemywania lub wymiany po pewnym okresie ich eksploatacji. Istnieje więc potrzeba poszukiwania nowych rozwiązań w zakresie materiałów filtracyjnych. Jednym z nich możliwych do zastosowania są włókniiny znajdujące ostatnio dość szerokie zastosowanie w budownictwie wodno - melioracyjnym.

Sprawie tej poświęcone są dwa referaty. Niniejszy daje ogólne informacje na temat rodzajów włókniin, ich technicznych parametrów i właściwości i wynikających stąd możliwości stosowania jako filtrów do wody; następny natomiast relikjonuje sposób i przebieg próby zastosowania włókniiny w warunkach konkretnego systemu nawodnień kropłowych.

2. Podstawowe właściwości włóknin filtracyjnych

Włókniny są płaskimi, nietkanymi wyborami tekstylnymi, wytworzonymi metodą sklejania lub mechanicznego wiązania /igłowanie, przesywania itp./ luźnego układu wysokopolimeryzowanych włókien syntetycznych.

Za zastąpieniem tradycyjnie stosowanych materiałów filtracyjnych włókninami, przemawiają następujące ich właściwości:

- połączenie w jednym materiale odpowiednich właściwości hydraulicznych z dużą wytrzymałością na rozciąganie,
- nieuleganie degradacji w środowiskach wodnym i gruntowym o różnych stężeniach zasolenia i zanieczyszczenia,
- nietoksyczność w stosunku do środowiska naturalnego i brak szkodliwego oddziaływania na jakość wody, w tym także pitnej,
- odporność w większości przypadków na działanie czynników atmosferycznych /z wyjątkiem działania światła słonecznego w zakresie promieni ultrafioletowych/, chemicznych /kwasów, zasad, soli/ oraz biologicznych /bakterii, grzybów, pleśni, insektów, gryzoni/,
- duża trwałość,
- mały ciężar korzystnie wpływający na koszty transportu oraz montażu,
- łatwość i prostota w budowania

3. Klasyfikacja włóknin

Do produkcji włóknin używanych w różnych dziedzinach techniki stosuje się włókna syntetyczne z polimerów wielocząsteczkowych. Są to głównie włókna: - polipropylenowe /PP/, poliestrowe /PE/, poliamidowe /PA/, poliakrylonitrylowe /PAN/ oraz rzadziej polietylenowe /PET/ i polichlorowinylowe /PCW/.

O intensywnym rozwoju technologii wytwarzania włóknin zdecydowały:

- możliwość wykorzystania surowców włókienniczych o stosunkowo niskich przydatnościach przędnych /ścinki, odpadki przędz i materiałów, włókna

odpadkowe z wstępnych procesów przędzalniczych/,

- prostota cyklu produkcyjnego, który wymaga znikomej - w stosunku do klasycznego parku maszynowego - liczby maszyn,
- bardzo duża wydajność zespołów do produkcji włóknin klejonych, igłowanych i przesywanych,
- jakość produkowanych nowych wyrobów włókienniczych, odpowiadająca w określonych asortymentach w zupełności warunkom użytkowym.

Na rys. 1 przedstawiono schemat klasyfikacji włóknin z runa formowanego na sucho wg technologii ich wytwarzania. Większość produkowanych w kraju włóknin, wytwarzana jest metodą igłowania lub przesywania z odpadów przemysłu włókienniczego, co nie obniża wartości użytkowych nowego materiału filtracyjnego w stosunku do wykonanego z surowców nieodpadowych, a powoduje zmniejszenie nakładów na jednostkę produkcji produktu finalnego.

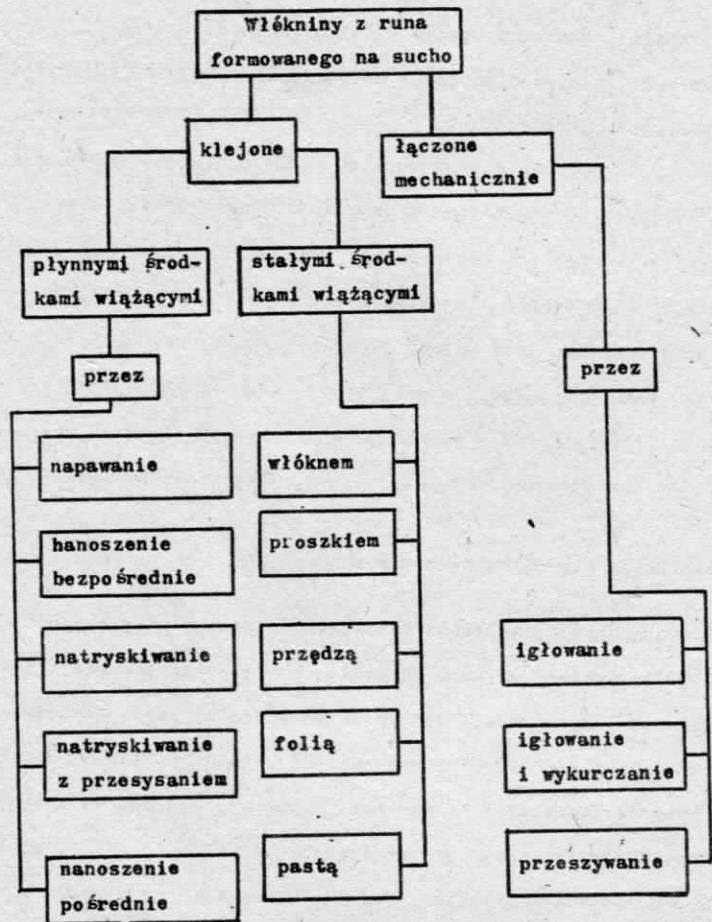
4. Starzenie się materiałów włókienniczych

O skuteczności działania filtrów włókninowych decyduje ich trwałość w czasie, która jest zależna od wielu czynników powodujących ich starzenie. Pod pojęciem starzenia się włóknin rozumie się stopniowo postępujące, niekorzystne zmiany tworzywa spowodowane degradacją lub sieciowaniem albo także tymi dwiema reakcjami łącznie. Następują one pod wpływem czynników naturalnych /działanie promieni słonecznych, tlenu i ozonu, mikroorganizmów, środowiska glebowego itp./ lub sztucznych np. atmosfera miast przenysłowych.

Czynniki te występujące niezależnie od siebie lub jednocześnie, podzielić można na trzy grupy oddziaływać:

- klimatyczne, wśród których rozróżnia się dodatkowo: temperaturę środowiska, wilgotność, promieniowanie słoneczne,
- chemiczne,
- biologiczne.

Starzenie się materiałów włókienniczych oceniane jest według zmian



Rys. 1. Schemat klasyfikacji włóknin

ich właściwości mechanicznych: wytrzymałości na zrywanie i wydłużenia na granicy zerwania, rzadziej odporności na ścieranie, zginanie, pęknięcia lub sprężystości.

4.1. Czynniki klimatyczne

Oddziaływanie czynników klimatycznych następuje zarówno w czasie magazynowania włókien jak też ich użytkowania. Autorzy referatu przeprowadzili badania 27 rodzajów włókien poddając je na odpowiednio przygotowanym stanowisku w ciągu jednego roku oddziaływania promieni słonecznych, wiatru, śniegu, deszczu, wysokich i niskich temperatur, zmiennej wilgotności powietrza.

Po tym okresie dokonano oceny wizualnej stanu próbek i określono ich parametry mechaniczne. Okazało się, że włókny poddane bezpośredniemu działaniu czynników klimatycznych wyblakły, stały się wiotkie /dwa uległy całkowitemu zniszczeniu/ a ich wytrzymałość na zrywanie zmalała w porównaniu z fabrycznie nowymi. Badania te potwierdziły, że włókny są szczególnie wrażliwe na bezpośrednie działanie promieniowania słonecznego przyspieszającego ich degradację. Proces starzenia postępuje natomiast z mniejszą intensywnością pod wpływem pozostałych czynników klimatycznych. Wynika to z faktu, że włókna z których wykonane są włókny, charakteryzują się dużą odpornością termiczną /topnienie i rozpad/. Największą odpornością na działanie promieni słonecznych i warunków atmosferycznych odznaczają się włókna poliakrylonitrylowe /PAN/, polipropylenowe /PP/ i poliestrowe /PE/, a najbardziej wrażliwymi na to oddziaływanie są włókna poliamidowe /PA/.

4.2. Czynniki chemiczne

Czynniki chemiczne powodują starzenie w przypadkach nie zrównoważonej struktury chemicznej włókien. W niektórych procesach ich wytwarzania występują przypadki nie zakończenia reakcji lub syntezy poszczególnych komponentów stosowanych jako surowce wyjściowe. Efektem tego jest niestabilizowana chemiczna struktura włókien i samoczynnie, bez nadanego z góry kierunku, powodowanie zmiany właściwości włókien. Odporność na działanie chemikaliów na włókna używane do produkcji

włóknin przedstawiono w tabelach 1 i 2. Tak duże stężenia i wysokie temperatury są oczywiście nie spotykane w naturze i dlatego odporność włóknin w normalnych warunkach jest odpowiednio większa. Włókniny filtracyjne mogą być także narażone na działanie kwasów humusowych, huminowych i ścieków. Są to zupełnie inne środowiska, których wpływ na tworzywa sztuczne nie jest dotychczas zbadany w sposób wystarczający. Jak wynika z zestawienia w tabelach 1 i 2, najbardziej odpornymi na działanie odczynników chemicznych są włókna polipropylenowe /PP/, poliestrowe /PE/ i poliakrylonitrylowe /PAN/. Ważną ich cechą jest duża odporność na fenole, najbardziej rozpowszechnione w środowiskach wodno-gruntowych zanieczyszczonych przez ścieki komunalne i przemysłowe.

4.3. Czynniki biologiczne

Starzenie biologiczne materiałów włókienniczych jest wywoływane długotrwałym działaniem bakterii i grzybów, które w sprzyjających warunkach mogą powodować rozpad atakowanych przez nie materiałów. Włókniny są na ogół odporne na działanie mikroorganizmów w przeciwieństwie do pochodnych celulozy, ulegających działaniu drobnoustrojów. Badania wpływu mikroorganizmów na starzenie włóknin przeprowadzone w warunkach laboratoryjnych /w glebie o określonym składzie i aktywności biologicznej/ i w środowisku naturalnym, pozwalają stwierdzić co następuje:

- przy ocenie organoleptycznej próbek nie stwierdzono wyraźnych zmian spowodowanych przez mikroorganizmy glebowe,
- włókniny nie są źródłem pożywienia dla mikroorganizmów,
- nie ulegają rozkładowi pod wpływem specyficznych gatunków grzybów, nawet w obecności dodatkowych źródeł węgla,
- we włókninach poddanych działaniu aktywnego środowiska glebowego w laboratorium /1 rok/ i eksploatowanych w naturalnych warunkach /4 i 8 lat/ nie stwierdzono zmniejszenia wytrzymałości na zrywanie,
- badania potwierdziły, że stosowane w gruncie włókniny nie ulegają lub ulegają w nieznacznym stopniu starzeniu.

Tabela 1

Wpływ odczynników organicznych na włókna

Włókna	Odczynniki	Aceton	Chloro- rek mety- lenu	Ben- zen	Tri C_2HCl_3	Fenol 80 %		p- Ksylen		Toluen	
						20	90	20	100	20	100
Temperatura odczynników °C											
Poliamidowe	Typ 66 Nylon	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
	typ 6 Stilon	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
	Rilsan	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
	Nomax	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poliestrowe	Elana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kodel	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
Polipropylenowe	Meraklon	-	-	-	P	-	-	-	P	-	P
Poliakrylonitrylowe	Orlon	-	-	-	-	-	P	-	-	-	P
	Anilana	-	-	-	-	-	P	-	-	-	-
modyfikowane	Dynel	-	-	-	-	-	P	-	-	-	-
	Veral	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Teklan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kanekalon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Objaśnienie znaków: /+/- włókno rozpuszcza się, /-/- włókno nie rozpuszcza się, P - włókno nie rozpuszcza się, ale traci formę i uplastycznia się.

Tabela 2
Wpływ odczynników nieorganicznych na włókna

Włókna	Odczynnik	Kwas siarkowy 96 %		Kwas solny 36%		Kwas azotowy 62 %		Kwas octowy 100%		Kwas mrówkowy 90 %		Wodorotlenek sodowy 5 %		Chlorek cynku 60 %
		20	100	20	100	20	100	20	100	20	100	20	100	
Temperatura odczynników °C														
Poliamidowe	Typ 66 Nylon	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+
	typ 6 Stilon	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+
	Rilsan	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+
	Nomex	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poliestrowe	Elana	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kodel	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polipropylenowe	Metaklon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poliakrylonitrylowe	Orlon	+	+	+	+	+	+	-	-	-	P	-	-	+
	Anilana	+	+	+	+	+	+	-	-	-	P	-	-	+
modyfikowane	Dynel	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
	Veral	+	+	+	+	+	+	-	-	-	P	-	-	-
	Teklan	+	+	+	+	P	+	-	-	-	P	-	-	-
	Kanekalon	+	+	+	+	P	+	-	-	-	P	-	-	-

Objaśnienie znaków: /+/- - włókno rozpuszcza się, /-/- - włókno nie rozpuszcza się, P - włókno nie rozpuszcza się, ale traci formę i uplastycznia się.

5. Wodoprzepuszczalność włóknin

Zdolność włókniny do przepuszczania wody siecią kanalików utworzonych z jej porów nazywa się wodoprzepuszczalnością. Opór jaki materiał syntetyczny stawia wodzie przy jej przepływie, zależy od:

- porowatości efektywnej włókniny,
- wielkości porów,
- składu surowcowego /długość, grubość, kształt włókien/,
- technologii produkcji,
- temperatury wody /lepkości/.

Badania wodoprzepuszczalności poprzecznej /ruch wody w kierunku pionowym w dół, prostopadle do płaszczyzny włókniny/ i podłużnej /ruch wody w kierunku poziomym, równoległe do płaszczyzny włókniny/ przeprowadzone na specjalnie skonstruowanych przyrządach przepływowych umożliwiające także kolmatowanie i określanie współczynników wodoprzepuszczalności włóknin zakolmatowanych.

Analizując wielkości współczynników wodoprzepuszczalności k we wszystkich kierunkach /poprzecznie, wzdłuż wątku i osnowy/ stwierdzono, że włókniny są ośrodkiem anizotropowym. Najniższe wartości k mają włókniny przy przepływie wody poprzecznie do ich płaszczyzny. Wartości te są większe wzdłuż osnowy, a największe wzdłuż wątku. Współczynnik wodoprzepuszczalności poprzecznej 27 rodzajów badanych włóknin zmienia się w granicach od 0,239 do $6,82 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, co odpowiada wodoprzepuszczalności piasków średnich i drobnych. Z przedstawionych danych wynika, że włókniny pod względem właściwości hydraulicznych mogą z powodzeniem zastępować dotychczas stosowane mineralne materiały filtracyjne.

6. Kolmatacja włóknin

Kolmatacja jest zjawiskiem polegającym na zatrzymywaniu w ośrodku porowatym cząstek zawiesiny znajdujących się w płynie podczas jej

przepływu. Wynikiem kolmatacji jest zmiana koncentracji cząstek zawiesiny w płynie po przejściu przez ośrodek porowaty. Na proces kolmatacji składają się dwa zjawiska:

- kolmatacja wymiarowa /mechaniczna/,
- kolmatacja niewymiarowa /energetyczna/.

Kolmatacja wymiarowa podlega na zatrzymywaniu cząstek zawiesiny przez przegrodę porowatą wskutek różnic wymiarowych między cząstkami zawiesiny a porami.

Kolmatacja niewymiarowa nie zależy od różnic wymiarowych między cząstkami a porami; spowodowana jest przez adhezję, siły hydrodynamiczne i inne zjawiska natury fizyko - chemicznej.

Badania kolmatacji włóknin polegały na przepuszczaniu przez próbkę materiału syntetycznego mieszaniny wodno - gruntowej. Do badań używano pyłu piaszczystego, zalecanego przez wielu badaczy, powodującego maksymalne zakolmatowanie włókniny w stopniu rzadko spotykanym w praktyce. Stwierdzono, że wodoprzepuszczalność poprzeczna włóknin zakolmatowanych zmienia się w przedziale od 0,35 do $6,70 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, co odpowiada współczynnikowi filtracji piasków drobnych. Wyniki badań terenowych potwierdziły dużą odporność włóknin na proces ich zakolmatowywania.

7. Podsumowanie

Uwzględniając w/w czynniki /klimat, wpływ chemikaliów, procesy starzenia się/ należy stwierdzić, że dostępne obecnie w kraju włókniny są produkowane z bardzo odpornych włókien polipropylenowych, poliestrowych i poliamidowych. Z zagranicznych doświadczeń wynika, że trwałość włóknin jest w przybliżeniu taka sama, jak surowca z którego je wytworzono i wynosi dla:

- | | |
|----------------------------|----------------|
| - polichlorku winylu /PCW/ | - 30 - 100 lat |
| - polipropylenu /PE/ | - 50 lat |
| - poliakrylonitrylu /PAN/ | - 50 lat |
| - poliestru | - 40 lat |

- poliamidu

- 10 - 20 lat

Biorąc pod uwagę parametry hydrauliczne badanych materiałów można stwierdzić, że mogą one z powodzeniem zastępować tradycyjnie stosowane materiały filtracyjne usuwając z wody wszelkiego rodzaju mineralne i organiczne części stałe.

Na włókniiny nie wpływa również niekorzystnie chemizm wód, przyczym one same także nie oddziałowują na skład chemiczny wody. Uciążliwe związki żelaza i innych pierwiastków w nawodnieniach kroplowych powinny być usuwane przez zastosowanie odżelaziaczy lub za pomocą związków chemicznych zapobiegających wytrącaniu się np. soli wapnia lub magnezu, blokujących często kromomierze.

Do dodatkowych zalet filtrów włókninowych należy zaliczyć: mały ciężar, łatwość i prostota wbudowania, możliwość szybkiej wymiany wkładów filtracyjnych, ułatwione przemywanie.

W konkluzji należy stwierdzić, że prawidłowo dobrane filtry z jednego lub paru rodzajów włóknin z powodzeniem mogą zastąpić tradycyjne filtry piaskowo - żwirowe i siatkowe.