

'n Metode om die Effektiewe Reiniging van Melkpyplyne te voorspel

J. P. Meyer*

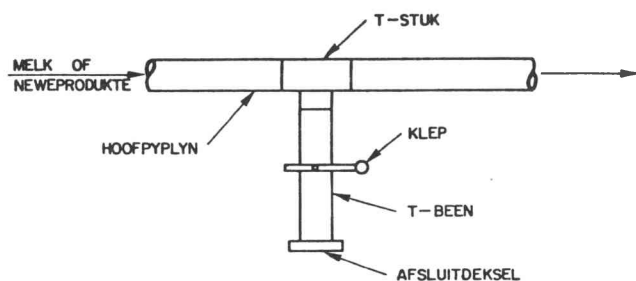
Universiteit van Pretoria

Simbolelyst

C	konsentrasie van seepsoda in wasmiddel
D	diameter
k	konstante
L	lengte van taklyn
Lk	afstand vanaf hoofpyplyn tot by klep
t	tyd
T	temperatuur
T*	kritieke minimum temperatuur
V	snelheid

Inleiding

In prosespylyne vir melk is die gebruik van T-stukke met 'n klep in die T-been onvermydelik, aangesien verwyderbare taklyne aan die hoofpyplyn gekoppel word om melk en neweprodukte tussen verskillende punte in die fabriek te laat vloei (figuur 1).



Figuur 1 – Hoofpyplyn met 'n T-been

Die prosespylyne word gereinig deur, onder andere, 'n wasmiddel (gewoonlik met 'n seepsodabasis) deur die hoofpyplyn teen tipiese snelhede van tussen 1 tot 3 m/s te pomp, afhangende van die stelsel.

Daar is gevind dat, as gevolg van die invloed van sekere veranderlikes soos byvoorbeeld wasmiddelkonsentrasie, temperatuur ensovoorts, effektiewe reiniging nie verkry word nie. Hierdie veranderlikes het 'n groot invloed op die koste en totale tyd van 'n reinigingsproses. Uit 'n beperkte literatuurstudie het dit geblyk dat daar geen metode bestaan om effektiewe reiniging van 'n pypstelsel te definieer of te voorspel nie. Die doel van hierdie werk is om 'n kriterium daar te stel wat kan voorspel of effektiewe reiniging sal plaasvind sodat tyd- of koste optimering van reinigingsprosesse gedoen kan word.

*Genoot, Laboratorium vir Gevorderde Ingenieurswese, Universiteit van Pretoria, Gegradeerde Lid, SAIMEgl

Die reinigingsproses

Daar is baie verskillende tipes reinigingsprosesse. 'n Reinigingsproses wat oor die algemeen baie gebruik word, verloop soos volg:

Proses	Tyd [min]	Temperatuur [°C]
(a) Dreineer die pypstelsel	$\frac{1}{2}$	–
(b) Spoel met koue water en dreineer (2 ×)	2	± 25
(c) Spoel met warm water (2 ×)	2	60
(d) Blaas met saamgepersde lug	$\frac{1}{2}$	–
(e) Sirkulasiewas (kontinu met 'n wasmiddel, 0,5% seepsoda)	15	60
(f) Spoel met koue water (3 ×)	$1\frac{1}{2}$	–
(g) Sirkuleer 'n ontsmettingsmiddel en dreineer	5	± 25
(h) Blaas met saamgepersde lug	$\frac{1}{2}$	–

Die hart van hierdie reinigingsproses is die sirkulasiewas en die spoel met koue water daarna. Die doel van die seepsoda tydens die sirkulasiewas is om as 'n verseper op te tree. Voor die sirkulasiewas word van melkresidue ontslae geraak en na die sirkulasiewas word die pyplyn gedreineer en ontsmet.

Die kriterium wat gebruik moet word om te bepaal of effektiewe reiniging plaasvind, is nog nie vasgestel nie. So 'n kriterium moet verkieslik konserwatief wees om te verhoed dat effektiewe reiniging soms nie plaasvind nie. Die ergste gevalle wat gereinig moet word, is waar hitte in die stelsel melksteen laat ontstaan. Vir die doel van hierdie studie is dus aangeneem dat indien melksteen wat kunsmatig gevorm word, verwyder kan word deur die reinigingsproses, hierdie proses effektief is. 'n Eenvoudige praktiese metode om melksteen kunsmatig te vorm is om een milliliter melk met 'n pipet af te meet, dit oor 'n afsluitdeksel te smeer en in 'n oond by 100 °C vir een uur te plaas, sodat die melksteen op die afdigdeksel vasbrand. Indien daarin geslaag word om gedurende die reinigingsproses alle melksteen vanaf die teruggeplaaste afdigdeksel te verwyder, kan die reinigingsproses as effektief gedefinieer word. 'n Ultravioletlig kan redelik maklik aangewend word om visueel te bepaal of alle melksteen vanaf die afdigdeksel verwyder is, aangesien oorblywende melksteenpartikels sal fluoresseer.

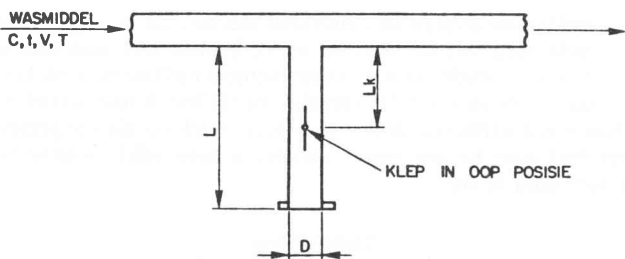
Belangrike veranderlikes betrokke by reinigingsproses

Dit gebeur dikwels dat die T-been van die T-stuk nie voldoende gereinig word nie en dat die meeste kontaminasie dus in hierdie gebied voorkom. Vir die doel van hierdie studie word die aanname gemaak dat effektiewe reiniging in 'n saamgestelde stelsel sal plaasvind indien die T-been met die vleuelklep voldoende gereinig kan word. Daar is verskeie veranderlikes wat die reinigingsproses kan beïnvloed. Vir die doel van hierdie studie is besluit om die invloed van die belangrikste veranderlikes te ondersoek (figuur 2).

Geometriese veranderlikes

Die volgende geometriese veranderlikes ten opsigte van die T-been is ondersoek:

- Die totale lengte van die taklyn (L) gemeet vanaf die hoofpyplyn tot by die afdigdeksel [m].
- Die afstand (Lk) vanaf die hoofpyplyn tot by die klep [m].
- Diameter (D) van die taklyn (gewoonlik is die diameter van die hoofpyplyn en die taklyn dieselfde) [m].



Figuur 2 – Veranderlikes betrokke by reiniging

Wasmiddelveranderlikes

Die belangrikste veranderlikes wat 'n rol speel by die wasproses is ondersoek, naamlik die volgende:

- (a) Die konsentrasie seepsoda (C) teenwoordig in die wasmiddel op 'n massabasis [%].
- (b) Die totale tyd (t) van die sirkulasiewas [s].
- (c) Die snelheid (V) van die wasmiddel gemeet in die hoofpylyn [$m \cdot s^{-1}$].
- (d) Die temperatuur (T) van die wasmiddel [Kelvin].

Eksperimente en bespreking

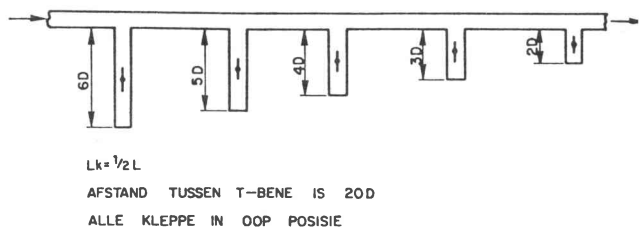
Inleiding

Aangesien die periode van die totale reinigingsproses heeltemal te lank is vir 'n groot aantal toetse, is slegs 'n sirkulasiewas gebruik waartydens bostaande veranderlikes gevarieer is met 'n finale koue-water-spoel van 3 minute.

Vyf taklyne, eweredig op dieselfde hoofpylyn gespaseer is gelyktydig getoets. Alle taklyne het in 'n horisontale vlak gelê (figuur 3). Toetse is gedoen met tydinkremente van ongeveer 2,5 minute om te bepaal of effektiewe reiniging plaasgevind het.

Gedurende hierdie toetse is alle veranderlikes konstant gehou, behalwe die tyd van die reinigingsproses.

Daarna is die geometrie konstant gehou, terwyl verskillende kombinasies van wasmiddelkonsentrasie, temperatuur en snelheid gebruik is. Na die toetse van die wasmiddelveranderlikes is 'n toetsstuk met verskillende taklyn-geometrieë getoets.



Figuur 3 – 'n Tipiese toetsstuk

Empiriese vergelyking vir effektiewe reiniging

Die volgende vergelyking vir effektiewe reiniging is iteratief met behulp van die eksperimentele data bepaal deur beskouing van dimensionele groepe [1]:

$$\left(\frac{V \cdot t}{L}\right) \left(\frac{T}{T^*}\right)^{21,7} \left(\frac{D}{L}\right)^{0,26316} \left(\frac{L}{Lk}\right)^{0,011} = k \quad (1)$$

waar k 'n konstante is en T* 'n kritieke minimum temperatuur.

Die volgende grense vir effektiewe reiniging (k) is eksperimenteel gevind:

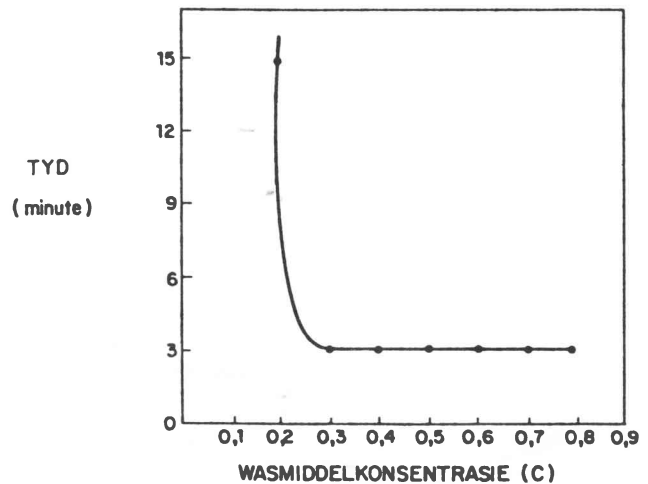
- k > 18 000; effektiewe reiniging sal plaasvind.
 - k < 8 000; geen effektiewe reiniging sal plaasvind nie.
 - 8 000 ≤ k ≤ 18 000; daar kan nie met sekerheid voorspel word of effektiewe reiniging sal plaasvind nie.
- Daar moet gelet word dat metings slegs binne sekere grense vir veranderlikes gedoen is. Die temperatuur van die wasmiddel was egter nie beperk in die toetse nie. Vergelyking (1) geld dus slegs onder die volgende beperkende voorwaardes:
- (a) Seepsodakonsentrasie $0,3\% \leq C \leq 1,0\%$.
 - (b) Enige verhouding van (L/Lk) waar die totale lengte van die taklyn $L \leq 5D$.
 - (c) Die taklyn moet in 'n horisontale posisie wees.
 - (d) Diameter van taklyn tipe D = 50 of 75 mm.
 - (e) Wasmiddelsnelhede van 0,5 tot 3,0 m/s.
 - (g) Alle tye $3 \leq t \leq 15$ minute.

Invloed van verandering in Seepsodakonsentrasie

Daar is gevind dat dit nie moontlik is om binne die bostaande beperkende grense van hierdie toetse effektief met water te reinig nie.

Verder is gevind dat die optimum seepsodakonsentrasie (C) in water 0,3% is, en daar geen verhoging is in die effektiwiteit van die reinigingsproses met 'n hoër waarde nie (figuur 4). 'n Konsentrasieverhoging van 0,2% tot 0,3% veroorsaak 'n dramatiese afname in die tyd om effektiewe reiniging te verkry. Geen effektiewe reiniging is verkry met 'n seepsodakonsentrasie van 0,2% of laer, binne bostaande beperkende voorwaardes nie.

As gevolg van verskeie redes (ekonomie, gesondheid, veiligheid, ensovoorts) word daar in die algemeen gepoog om so 'n lae seepsodakonsentrasie as wat moontlik is in die reinigingsproses te gebruik en daarom is dit nie sinvol om enige toetse met 'n seepsodakonsentrasie van hoër as 1% te doen nie.



Figuur 4 – Optimum wasmiddelkonsentrasie – tipiese voorbeeld

Invloed van verandering in temperatuur

Die maksimum toelaatbare temperatuur in die reinigingsproses is 80 °C. Daar is geen verhoging van die effektiwiteit van die reinigingsproses by temperature wat hoër as hierdie waarde is nie. Geen effektiewe reiniging kan by temperature laer as die kritieke minimum temperatuur (T*) van 47 °C gedoen word nie. Daar word egter verwag dat laasgenoemde temperatuur afhanklik sal wees van die tipe wasmiddel wat gebruik word. Hierdie temperatuur was egter konstant vir die twee tipes wasmiddel wat gebruik is in die toetse en dus is geen gevolgtrekking moontlik nie.

Invloed van die relatiewe posisie van die klep

Die effektiwiteit van die grootste verhouding van (L/Lk), dit wil sê met die klep so na aan die hoofpylyn as wat prakties moontlik is. Hierdie verbetering is egter klein en dit het nie 'n groot invloed op vergelyking (1) nie. Die grootste verhouding wat (L/Lk) kan aanneem, is ongeveer 10 in praktiese gevalle.

Invloed van pypdiameter

Die effektiwiteit van die reinigingsproses sal toeneem met verhoging in diameter indien alle ander parameters konstant gehou word. Hierdie resultaat kan verwag word aangesien die massavloei verhoog en daar 'n verhoging is in turbulensie.

Algemeen

Vergelyking (1) gee 'n aanduiding van die verband wat die wasmiddelveranderlikes het op die geometriese veranderlikes in 'n reinigingsproses. Daar word verwag dat hierdie vergelyking nie altyd 'n goeie korrelasie sal gee met 'n werklike reinigingsproses nie, aangesien:

- (a) Die herhaalbaarheid van toetse beïnvloed word deur die eienskappe van die melksteen wat tydafhanklik is. So byvoorbeeld moes die melksteen nadat dit uit die oond gehaal is na 1 uur, onmiddellik in 'n eksperiment gebruik word om herhaalbaarheid te verkry, terwyl melksteen in die praktyk oor 'n heelwat langer periode gevorm word.
- (b) Oppervlakte-eienskappe, soos byvoorbeeld afwerking van die deksels, beïnvloed die reinigingsproses. Deksel met klein indentasies reinig moeilik, terwyl ander deksels se oppervlakte baie glad is en dus makliker skoongemaak kan word.
- (c) Geen temperatuur van 100 °C vir 'n tydspan van 1 uur in 'n

melkprosespylyn kan voorkom nie, met die gevolg dat die melksteen wat wel gevorm word, klaarblyklik makliker is om te verwyder as die eksperimentele melksteen. Dus kon daar verwag word dat vergelyking (1) baie konserwatief is. Daar word aanbeveel dat enige verdere werk op hierdie gebied ten doel moet hê om, onder andere, 'n beter effektiwiteitskriterium daar te stel.

Samevatting

Sekere veranderlikes het 'n invloed op die reiniging van melkpylyne. Tot op datum is daar egter geen metode om te voorspel of effektiewe reiniging sal plaasvind nie. 'n Kriterium is voorgestel wat effektiewe reiniging definieer. Deur gebruikmaking van hierdie kriterium en van eksperimentele data is 'n vergelyking in 'n dimensielose vorm afgelei wat effektiewe reiniging voorspel. Hierdie vergelyking geld egter slegs onder sekere beperkende voorwaardes.

Erkennings

Hierdie artikel is 'n uittreksel uit 'n skripsie deur die skrywer aan die Departement Meganiese Ingenieurswese, Universiteit van Pretoria. Die werk is gefinansier deur die Nasionale Suiwelkoöperasie. Die skrywer wil hiermee sy waardering uitspreek vir die hulp en leiding wat ontvang is van Mnr. J. A. Kieser, Senior Lektor, Universiteit van Pretoria en Mnr. B. Laubscher, Hoofingenieur, Nasionale Suiwelkoöperasie.

Verwysing

1. Meyer, J. P., "'n Ondersoek na die Veranderlikes Betrokke by die Reiniging van Toe T-stukke in Melkpylyne", Skripsie, Departement Meganiese Ingenieurswese, Universiteit van Pretoria, 1983.