

# Problem rozpoznany, problem zażegnany

## Emulgowanie w zbiorniku

Claus-Wilhelm Häbel



**Emulgowanie w zbiorniku stanowi ważny krok zarówno w procesach stosowanych w chemii, jak i w farmakologii i kosmetyce. Problemy przy produkcji często wynikają jednak już z samego doboru urządzeń.**

Emulsje to płynne mieszanki, których przerobienie na jednorodną masę związane jest z pewnymi utrudnieniami. Fizyczne podstawy takiego zachowania wynikają z jednej strony z różnych elektrochemicznych właściwości, z drugiej strony z różnicy gęstości wykorzystywanych substancji. Dopiero przy pomocy energii mechanicznej pod postacią sił ścinających oraz emulgatora udaje się z dwóch lub większej ilości trudnych do zmieszania cieczy wytworzyć jednorodną, trudną do rozdzielenia mieszaninę - trwałą emulsję.

Proces tworzenia emulsji z technologicznego punktu widzenia jest z grubsza procesem składającym się z dwóch etapów – „mechanicznego” i „elektrochemicznego”. Na etapie „mechanicznym” faza dyspersyjna jest rozdzielana na możliwie drobne kropelki. Przeważnie odbywa się to pod wpływem sił ścinających działających na mieszaninę. Bez dodania emulgatora kropelki koagulowałyby bardzo szybko, ciągle się powiększały i w końcu znów pływały w zbiorniku jako oddzielna faza.

Na etapie „elektrochemicznym” emulgator odpowiednio i jak najszybciej jest dozowany i wprowadzany do świeżo wytworzonych kropelek.

Celem jest jak najszybsze pokrycie powierzchni jeszcze dyspersyjnie rozszepionych kropelek odpowiednią ilością emulgatora, tak aby zmienił ładunek elektryczny utworzonej w ten sposób „obciążonej kropelki, miceli” i zapobiec wzajemnemu przyciąganiu się miceli. Pokrycie kropelek

emulgatorem powoduje zatem w efekcie końcowym pewnego rodzaju odpychanie się od siebie kropelek w obrębie otaczającej je fazy ciągłej, tak że na dłuższy czas unika się ponownego łączenia kropelek fazy dyspersyjnej.

Sily biorące udział w tych procesach są bardzo małe, także emulgatory nie powstrzymują skutecznie koalescencji dużych kropli. Aby otrzymać trwałą emulsję trzeba się zatem postarać o wytworzenie jak największej ilości małych kropli o odpowiedniej powierzchni.

### Zwykłe mieszadło nie wystarcza

Podczas emulgowania w zbiorniku najpierw wytwarzana jest emulsja wstępna, która pod koniec emulgowania jest ponownie „homogenizowana” za pomocą odpowiednich urządzeń. Emulsja wstępna jest już gotową mieszanką składającą się z fazy ciągłej, fazy dyspersyjnej i dodanego emulgatora.

Wytworzenie kropelek fazy dyspersyjnej przebiega często przy pomocy prostych mieszadeł, które z powodu relatywnie niskiego gradientu ścinania nie potrafią wyprodukować wystarczająco małych kropli. Jeżeli do tego działanie mieszające tradycyjnych mieszadeł w większości przypadków jest promieniowe i nie jest wyregulowane osiowo, powstaje spadek stężenia nad poziomem zbiornika, do którego dochodzi zwiększająca lub zmniejszająca się wielkość kropelek na powierzchni cieczy.





Poprzez rotację zawartości zbiornika, podobnie jak w przypadku centryfugi, cięższe substancje zostają odrzucone na zewnątrz, lżejsze pozostają w centrum zbiornika.

Oczywistym jest, że taka wstępna emulsja nie może prowadzić do zadowalających wyników podczas emulgowania wtórnego, gdyż połączone ze sobą procesy i agregaty, takie jak np. urządzenia Inline z pierścieniami tnącymi, nieustannie zasilane przez wypływ ze zbiornika, ciągle muszą przetwarzać substancje o zmieniających się stężeniach i wielkościach kropli.

Decydujące dla wszystkich procesów emulgowania dozującego, a przede wszystkim dla osiągnięcia jednorodnego, odtwarzalnego produktu jest perfekcyjne wymieszanie zbiornika za pomocą systemu, który zapewnia wystarczające siły ścinające, tak żeby zapobiec koalescencji kropelek do momentu aż emulgator pokryje kropelki. W porównaniu z innymi mechanizmami system Dispermix daje ogromne korzyści szczególnie przy emulgowaniu w zbiorniku lub nawet przy wytwarzaniu emulsji wstępnych. Działa on głównie na zasadzie systemu rotorowo-statorowego połączonego z cyklicznym urządzeniem z pierścieniem tnącym. Głowica przypomina mieszadło strumieniowe, które w znacznie większym stopniu niż inne mieszadła przekształca dostarczoną energię w pionowy strumień w zbiorniku. Do tego mieszadło takie wytwarza prędkość maksymalną w centrum strumienia, a nie na końcach łopaty śmigła, dzięki czemu przede wszystkim z dna wymyte zostają ewentualne osady i znacznie lepiej przenika ciepło.

Szczeliny w głowicy i ustalona szczelina promienia (odległość rotora od głowicy) zapewniają znacznie większe siły ścinające niż w przypadku mieszadła strumieniowego, czy innych mieszadeł. Gradient ścinania (iloraz prędkości obwodowej rotora i odległości szczelin) jest o wiele wyższy, co z reguły prowadzi do uzyskania znacznie mniejszych kropelek. Emulgator wprowadzany jest dokładnie do głowicy systemu emulgującego dzięki czemu dociera on do miejsca powstawania kropelek. W ten sposób ma się pewność, że czas koalescencji zredukowany jest do minimum, a emulgator efektywnie pokrywa utworzone właśnie kropelki. W wielu przypadkach można dzięki temu całkowicie zrezygnować z kolejnego przetwarzania, gdyż jakość emulsji jest już zupełnie wystarczająca.

### **Efekt mieszania jak przy mieszadle strumieniowym**

Za pomocą systemu dyspergowania można również jednorodnie wymieszać całą zawartość zbiornika. Dzięki temu ma się np. pewność, że od początku do końca opróżniania zbiornika, przy ewentualnym dodatkowym emulgowaniu wtórnym, dostarczona zostanie emulsja wstępna o takiej samej



jakości. System dyspergowania zastępuje często spotykaną kombinację urządzenia dozującego z pierścieniem tnącym oraz mieszadła, co znajduje odzwierciedlenie w niższej cenie nabycia i prostej w obsłudze technologii. System można stosować przy substancjach o niskiej i średniej lepkości bez użycia dodatkowych agregatów. W przypadku przetwarzania substancji o wysokiej lepkości idealnym sposobem jest dodatkowe przyłączenie mieszadła przyściankowego doprowadzającego produkt ze ścian do głowicy systemu dyspergowania.

Oprócz emulgatorów stosuje się często stabilizatory, przede wszystkim dla uzyskania płynności względnie tzw. efektu „mouth-feeling” w branży spożywczej. Substancje te działają także na zasadzie elektrochemii w taki sposób, że tworzą wokół kropli lub cząsteczek rodzaj powłoki jonowej, która poprzez swoje naładowanie i wielkość utrudnia dalsze przesuwanie się tak powstałego kompleksu w otaczającej go cieczy, a w ekstremalnym przypadku całkowicie go paraliżuje. Stabilizatory są w wielu przypadkach dostępne w formie proszków, co często wiąże się z ich stratami podczas wprowadzania do urządzenia dozującego. W większości skleją się one, tworzą otoczone żelem grudki i osadzają się na ściankach w postaci skorupki. Prawie zawsze konieczne jest użycie filtrów.

Problem podczas przetwarzania takich substancji polega na tym, że po wprowadzeniu poprzez wsypanie na powierzchni cieczy powstaje wiele zżelowanych grudek proszku, które mają mniejszą gęstość w stosunku do cieczy i dlatego pływają na powierzchni (CMC, ksantan, pektyna itd.). Stosując radykalne mieszadła z ogromnym trudem udaje się przesunąć tak powstałe grudki z powierzchni na dół w pobliże dyspergatora, w wyniku czego czas przetwarzania bardzo się wydłuża. Dlatego też najczęściej ustawia się takie mieszadło na najwyższą liczbę obrotów, przez co powstają leje, a niepożądane dostarczenie powietrza prowadzi do napowietrzenia, co objawia się zmianami jakościowymi produktu. Przy zastosowaniu odpowiednio wyregulowanego systemu dyspergowania nie dochodzi do tworzenia się leja. □