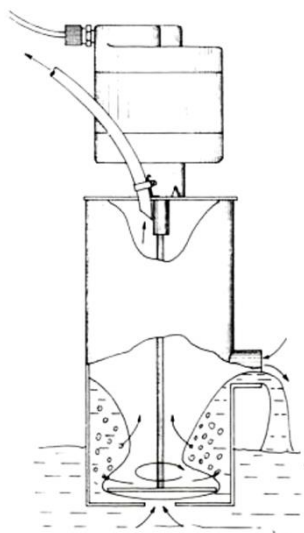


Przegląd stosowanych rozwiązań (degazatorów) desorberów płuczki wiertniczej

W przemyśle poszukiwań naftowych w laboratoriach mudloggingowych stosowane są desorbery (nazywane popularnie degazatorami) - urządzenia służące do ekstrakcji gazów zawartych w płuczce wiertniczej wypływającej z otworu. Na podstawie analizy jakościowej i ilościowej składu gazu ocenia się właściwości złożowe przewierczanych struktur. Najczęściej występujące gazy to lotne węglowodory, azot, dwutlenek węgla, siarkowodór, które są rozpuszczone w płuczce lub rozproszone w postaci pęcherzyków o różnej wielkości (jest to dominujący sposób występowania).

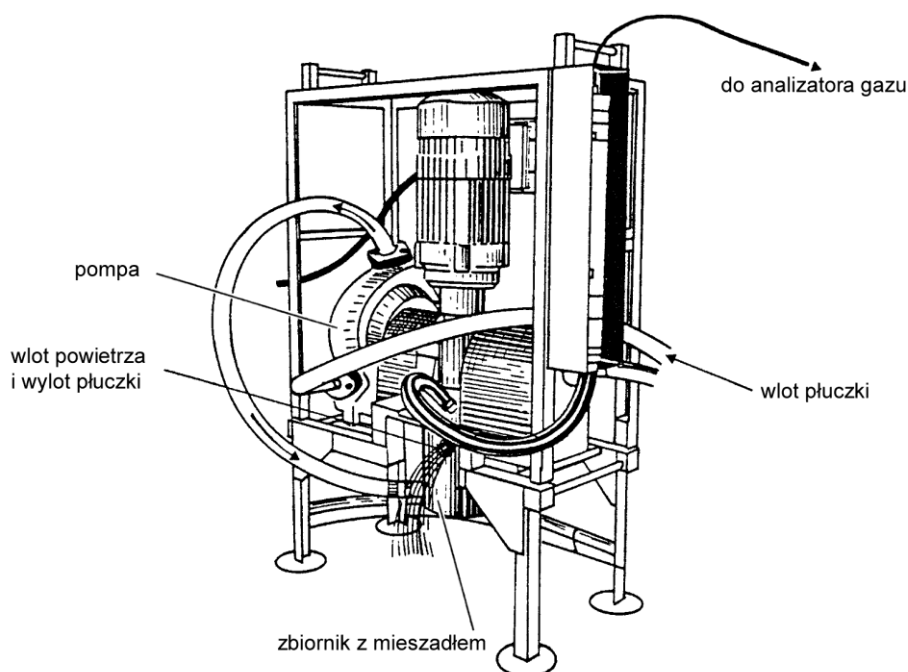
Urządzenia służące do odgazowania płuczki wykorzystują takie procesy fizyczne, jak obniżanie ciśnienia, podgrzewanie, mieszanie, barbotaż (*sparging*) lub dyfuzja. Do ciągłych pomiarów w płuczce wypływającej z otworu wiertniczego najczęściej stosuje się desorbery (degazatory) z mieszadłem, chociaż w Institut Français du Pétrole opracowano desorber próżniowy o działaniu ciągłym, a w ZSRS – pęcherzykowy (Desbrandes R. 1985; *Desbrandes R., Encyclopedia of Well Logging. 1985, Institut Français du Pétrole Publications. Éditions Technip, Paryż.*). Na rys. 1 pokazano schemat prostego desorbera z mieszadłem, pracującego w basenie z płuczką.



Rys. 1. Zasada działania desorbera z mieszadłem (Desbrandes R., 1985, *Encyclopedia of Well Logging. Institut Français du Pétrole Publications. Éditions Technip, Paryż.*).

Desorber z mieszadłem tworzy zbiornik, w którym pracuje mieszadło mające za zadanie wprowadzić w płuczkę w ruch obrotowy i zwiększyć powierzchnię cieczy stykającą się z powietrzem. Przy odpowiednim ukształtowaniu mieszadła, płuczka jest zasysana do wnętrza desorbera przez otwór w jego dnie, a wypływa przez otwór w ścianie bocznej. Wydzielone gazy są odsysane z górnej części zbiornika desorbera do analizy ich składu. Celem tej analizy jest zazwyczaj określenie zawartości węglowodorów w płuczce na podstawie pomiaru ich stężenia w gazie odsysanym z desorbera. Wymaga to zachowania kontrolowanych i powtarzalnych parametrów pracy desorbera oraz uniezależnienie ich od wpływu warunków zewnętrznych. W dalszej części opracowania opisano budowę i działanie desorberów stosowanych komercyjnie.

Firma Geoservices opracowała desorber mechaniczny GZG, który jest częścią systemu monitorującego Gaslogger™ i Reserval™, którego konstrukcję schematycznie przedstawiono na rys. 2. Mieszadło desorbera GZG jest napędzane silnikiem elektrycznym w obudowie przeciwwybuchowej. Zamiast silnika elektrycznego można zastosować silnik pneumatyczny. Silnik oprócz mieszadła, poprzez skrzynkę przekładniową z zabezpieczeniem przeciążeniowym, napędza też pompę płuczki. Płuczka do desorbera jest zasysana za pośrednictwem węża o długości trzech metrów ze smokiem ssawnym, który podczas pracy urządzenia jest oczyszczany obracającym się nożem i łopatką. Ich napęd jest przekazywany wałkiem giętkim ze skrzynki przekładniowej. Zastosowanie węża do poboru płuczki z basenu pozwala umieścić desorber w dogodnym miejscu – skomplikowana obsługa wymaga dobrego dostępu, który niezależnie od przewidzianych przez producenta udogodnień jest trudna i skomplikowana biorąc pod uwagę pracę na obiekcie mobilnym, często w trudnych warunkach terenowych. Należy w tym miejscu nadmienić, że sam montaż, i wszelkie zmiany położenia i prace obsługowe niniejszego urządzenia są w zdecydowanej większości wykonywane ręcznie.

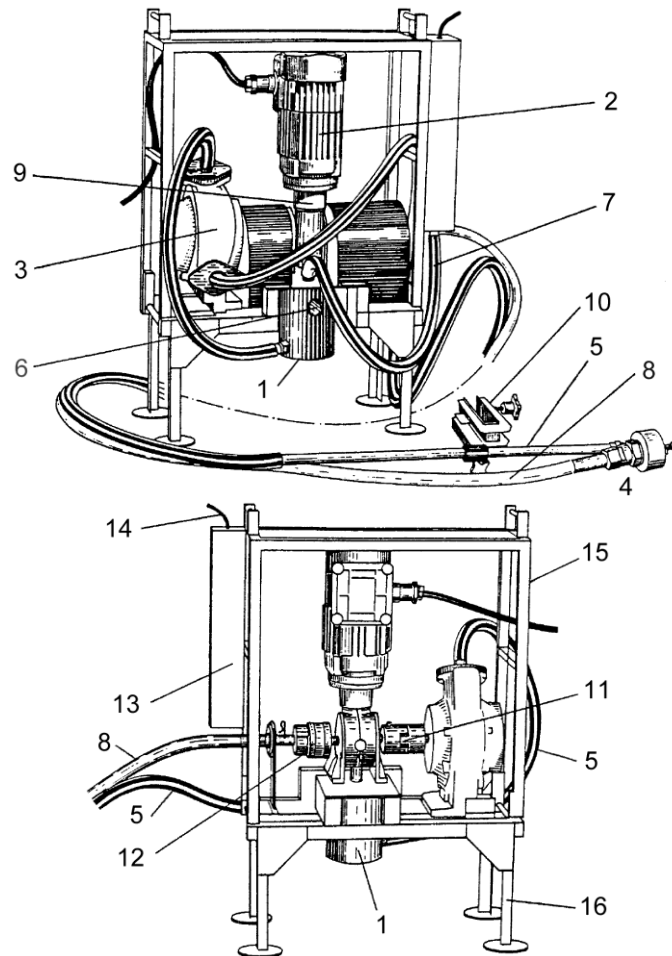


Rys. 2. Ogólny widok desorbera GZG (GZG, 1991, *Degasser GZG*, Geoservices, Roissy, Francja.)

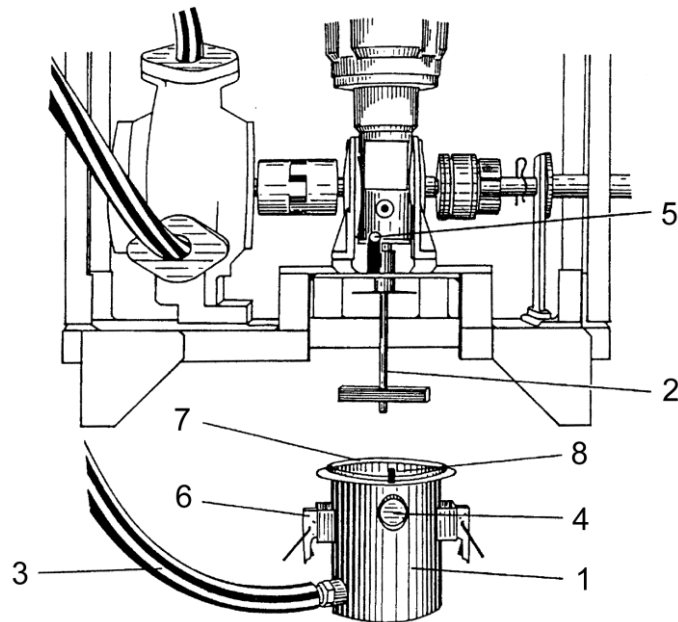
Cechą wyróżniającą desorber GZG od wcześniejszych konstrukcji jest zapewnienie stałego wydatku objętościowego płuczki poddawanej procesowi odgazowania, niezależnie od zmian jej własności, takich jak gęstość, lepkość czy zawartość cząstek stałych. Producent określa sprawność separacji węglowodorów z płuczki jako dochodzącą do 85 %, taką samą dla lekkich gazów (metan, etan, propan), jak dla cięższych (butan, pentan).

Szczegóły konstrukcji desorbera GZG przedstawiono na rys. 3 i 4. Jego elementy są zamontowane wewnątrz stalowej klatki, stojącej na czterech odejmowanych podporach. Całe urządzenie ma znaczne wymiary i masę przekraczającą 40kg. Silnik napędzający ma moc 120 W lub 140 W i prędkość obrotową 1300 obr/min. Pompa obraca się z prędkością 30 obr/min i zapewnia stały wydatek 1.5 dm³/min. Wydatek gazu pobieranego do analizy z komory desorpcyjnej jest także stały i dokładnie trzy razy mniejszy od wydatku pompy. Ciśnienie wewnątrz komory jest również stałe i wynosi 80 kPa, natomiast temperatura zależy od temperatury płuczki.

Desorber GZG występuje też w udoskonalonej wersji, w której odgazowanie płuczki zachodzi w podwyższonej temperaturze, równej 90 °C (Liège 2006; Liège X.C, 2006, *Dissolution of Light Hydrocarbons in Drilling Muds, Prediction of the Nature of Reservoir Fluids Based on Gas Shows. Ph.D. Dissertation, Technical University of Denmark.*). Jednocześnie wydatek objętościowy płuczki został zmniejszony 0.5 dm³/min i zrównany z wydatkiem gazu zasysanego do analizy. Pozostałe parametry pracy pozostały bez zmian. Jeszcze inna wersja tego desorbera, ze zmodyfikowaną geometrią kanału wylotowego płuczki i wlotowego powietrza, została opatentowana w 2008 roku przez Geoservices Equipments, nr patentu US 7779667 B2.



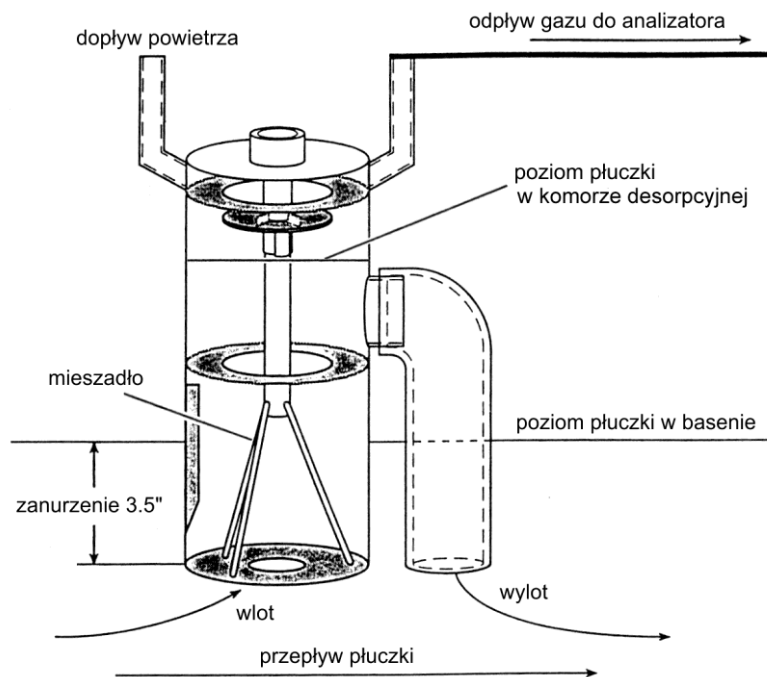
Rys. 3. Części składowe desorbera GZG: 1 – komora desorpcyjna, 2 – silnik elektryczny, 3 – pompa płuczki, 4 – smok ssawny, 5 – elastyczny wałek napędowy, 6 – wlot powietrza i wylot płuczki, 7 – wąż odprowadzający gaz z komory desorpcyjnej, 8 – wąż zasysający płuczkę, 9 – skrzynka przekładniowa, 10 – zacisk, 11 – sprzęgło elastyczne, 12 – zabezpieczenie przeciwprzeciążeniowe, 13 – rurka osadowa z pływakiem, 14 – rurka doprowadzająca gaz do analizatora (GZG, 1991, *Degasser GZG, Geoservices, Roissy, Francja*).



Rys. 4. Szczegóły konstrukcji komory desorpcyjnej w desorberze GZG: 1 – komora desorpcyjna, 2 – mieszadło, 3 – wąż doprowadzający płuczkę, 4 – wylot płuczki i wlot powietrza, 5 – otwór wylotowy gazu (powietrze + węglowodory), 6 – zatrzaszk sprężynowy, 7 – uszczelka (o-ring), 8 – kołek ustalający (GZG 1991).

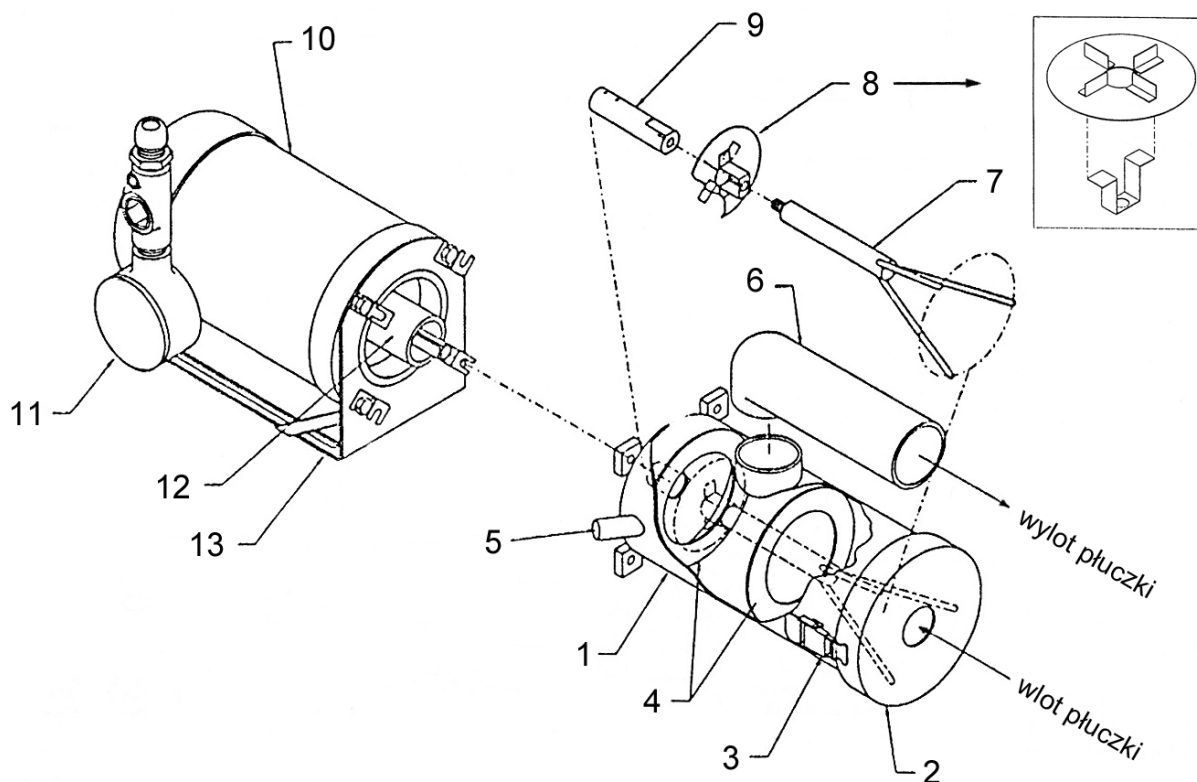
Jak widać z przedstawionego opisu, desorber GZG jest stosunkowo duży i ciężki. Składa się też z wielu ruchomych części, gdyż oprócz mieszadła posiada pompę i noże oczyszczające smok ssawny. Wymaga więc starannej obsługi i dokładnego czyszczenia po pracy. Jest też konstrukcją bardzo drogą (w porównaniu do innych dostępnych na rynku) i jak pokazała praktyka eksploatacyjna bardzo awaryjną. Prowadzone przez dostawcę modyfikacje prowadzą do ciągłego zwiększenia poziomu skomplikowania konstrukcji. Opisany desorber mimo pewnych zalet, jak pokazała praktyka eksploatacyjna nie spełnia wszystkich wymagań użytkowników, również jego czułość w aspekcie wykrywania gazów w poszukiwaniach złóż niekonwencjonalnych jest dyskusyjna. Kolejną konstrukcją spotykaną w przemyśle poszukiwania złóż ropy i gazu jest system monitorującym zawartość węglowodorów w płuczce Quantitative Gas Measurement (QGM), opracowanym przez Chicago Gas Research Institute i Texaco Inc.

W systemie tym wykorzystywany jest desorber mechaniczny pokazany schematycznie na rys. 5. Desorber QGM składa się z cylindrycznej komory, która podczas pomiaru jest częściowo zanurzona w basenie z płuczką. Posiada ona otwór w dnie, przez który płuczka wpływa do jej wnętrza, gdzie jest wprawiana w ruch przez obracające się mieszadło. Wewnątrz komory panuje ciśnienie nieco niższe od ciśnienia atmosferycznego, wobec czego poziom płuczki podnosi się ponad otwór wylotowy wycięty w powierzchni bocznej obudowy. Płuczka wypływa tym otworem do krótkiego przewodu kierującego ją z powrotem do basenu. Wskutek działania mieszadła z płuczki wydziela się część rozpuszczonych w niej węglowodorów C1 do C5, które mieszają się w górnej części desorbera ze strumieniem powietrza zasysanym przez przewód wentylujący. Mieszanina powietrza i węglowodorów jest zasysana do aparatury analizującej.



Rys. 5. Schemat desorbera (*gas trap*) stosowanego w systemie QGM (*QGM, 1998, Quantitative Gas Measurement User's Guide. Gas Research Institute, Chicago, USA*).

Ze względu na powtarzalność pomiarów, podczas pobierania próbki gazu do analizy desorber musi pracować w ściśle określonych warunkach. Dlatego komora desorpcyjna jest szczelna, a powietrze może do niej dopływać tylko przez przewód wentylujący. Ponadto zanurzenie urządzenia w basenie z płuczką musi być stałe i zawierać się w określonych granicach, tzn. 3.5 ± 2 cale. Prędkość obrotowa mieszadła także musi być stała i dobrana do rodzaju płuczki, żeby rozbryzgi nie powodowały zabierania gazu, który w postaci pęcherzyków wypływa potem z płuczką opuszczającą desorber. Wydatek gazu odsysanego z desorbera też musi być stały i równy $12 \text{ stóp}^3/\text{h}$ dla płuczki na bazie wody lub $6 \text{ stóp}^3/\text{h}$ dla płuczki na bazie oleju. Temperatura desorpcji nie jest kontrolowana i jest zależna od temperatury płuczki.



Rys. 6. Szczegóły konstrukcji desorbera QGM: 1 – obudowa komory desorpcyjnej, 2 – wieczko komory desorpcyjnej, 3 – zatrzaski sprężynowe, 4 – przegrody pierścieniowe, 5 – króciec odbioru gazu do analizy, 6 – rura powrotna płuczki, 7 – mieszadło, 8 – dysk przeciwozbrzygowy, 9 – wałek przenoszący napęd do mieszadła, 10 – silnik elektryczny z zabezpieczeniem przeciwwybuchowym, 11 – przyłącze elektryczne, 12 – uszczelnienie wałka napędowego, 13 – rama montażowa.

Szczegóły budowy desorbera QGM przedstawiono na rys. 6. Komora desorpcyjna ma kształt cylindra o całkowitej wysokości 12 cali i średnicy wewnętrznej 5.5 cala. Z boku komory, w odległości 7.5 cala od dna, znajduje się otwór o średnicy 2", którym płuczka wypływa z komory i przez przewód z kolankiem powraca do basenu. Dno komory desorpcyjnej tworzy odejmowane wieczko z otworem ϕ 1.5", przez który płuczka jest zasysana do wnętrza komory. Rozbryzgi płuczki podczas mieszania ograniczają dwa pierścienie (otwór wewnętrzny ϕ 3.5"). Pierwszy z nich jest zamocowany w odległości 6 cali od dna, a drugi 5 cali powyżej pierwszego. Do cylindrycznej ścianki komory pod pierwszym pierścieniem, naprzeciwko otworu wylotowego, jest przymocowany pionowy kątownik o szerokości 0.5 cala (widoczny na rys. 5), którego zadaniem jest ograniczenie ucieczki pęcherzyków gazu w płuczce opuszczającej komorę desorpcyjną, niezależnie od głębokości zanurzenia komory w basenie.

Mieszadło płuczki tworzą trzy pręty ϕ 0.25", zamocowane rozbieżnie na końcu osi napędowej. Końce prętów są oddalone o 3/8" od dna i ścianki cylindrycznej komory. Ukształtowanie mieszadła zapewnia najlepsze mieszanie w dolnej części komory, które słabnie z wysokością, dzięki czemu skuteczność desorpcji i przepływ płuczki przez komorę słabo zależą od głębokości zanurzenia desorbera. Prędkość mieszadła wynosi 1725÷1750 obr/min, gdy napęd pochodzi od silnika elektrycznego, lub 1500 obr/min przy napędzie silnikiem pneumatycznym.

Zalecana moc silnika elektrycznego wynosi 0.33 KM (245 W), a silnika pneumatycznego – 0.75 KM (550 W). Kierunek obrotów mieszadła, patrząc od strony silnika, powinien być zgodny z ruchem wskazówek zegara. Wejście wałka napędowego mieszadła do komory desorpcyjnej powinno być dokładnie uszczelnione, gdyż w tym miejscu mogłoby dochodzić do znaczących strat gazu (mieszanki powietrza i węglowodorów), fałszujących wyniki analizy jego składu.

W górnej części komory desorpcyjnej znajdują się dwa króćce o średnicy wewnętrznej 5/8 cala, położone naprzeciw siebie i skierowane pod kątem 30° ku górze. Do jednego z nich podłączany jest wąż doprowadzający powietrze z otoczenia, a do drugiego – wąż odsysający mieszaninę powietrza i produktów desorpcji (węglowodorów). Wężę te powinny mieć długość ok. 4 stóp i być zawieszono pionowo, żeby kondensująca się w nich woda wracała do komory desorpcyjnej. Przed dostawaniem się rozbrzygów płuczki do najwyższej części komory desorpcyjnej i do króćców zabezpiecza dysk o średnicy 3.5 cala, zamocowany do wałka napędowego mieszadła, 5/8 cala poniżej górnego pierścienia. Do jego górnej powierzchni przymocowane są cztery łopatki o długości 3/4” w wysokości 3/8”, których zadaniem jest intensyfikacja mieszania desorbowanych gazów z powietrzem.

Rozwiązania konstrukcyjne zastosowane w komorze desorpcyjnej QGM zostały w 1992 roku opatentowane przez Texaco Inc., nr patentu US 5199509 A.

Desorber QGM ma prostszą konstrukcję w porównaniu z desorberem GZG, jest też mniejszy i lżejszy. Wymaga on jednak zanurzenia bezpośrednio w basenie z płuczką, przy czym głębokość powinna być zawsze zbliżona do 3.5 cala, a więc położenie urządzenia należy dostosowywać do zmieniającego się poziomu płuczki w basenie. Ponadto, ze względu na dużą prędkość obrotową, następuje stosunkowo szybkie zużywanie się (ścieranie) prętów mieszadła. Dotyczy to także kątownika zamocowanego na ścianie bocznej komory desorpcyjnej. Nadmierne zużycie tych elementów zmienia warunki mieszania płuczki i skuteczność desorpcji gazów, co może być źródłem błędów pomiaru stężenia węglowodorów w płuczce.

Desorber ten ze względu na niewielką masę i łatwość przenoszenia jest uważany za bardziej wygodny i niezawodny w stosunku do modelu opisanego powyżej. Również w tym przypadku czułość systemu jest w ocenie wykonawców projektu dyskusyjna.

Ze względu na podobieństwo polegające na pracy w zanurzeniu w basenie płuczki, jedna z modyfikacji przedstawionego powyżej degazatora został wybrany do pomiarów porównawczych prowadzonych w ramach niniejszego projektu.

Płuczki wiertnicze stanowiące medium wykorzystywane podczas prowadzenia odwiertów stanowią oddzielne i skomplikowane zagadnienie. Podczas realizacji niniejszego projektu skoncentrowano się w badaniach przy użyciu płuczek na bazie wody. Ze względu na aplikacyjny charakter projektu w badaniach wykorzystywano płuczki dostarczone przez firmę Exallo Drilling, które w jej opinii (dominującego na krajowym rynku podmiotu) są najczęściej stosowane. W ramach projektu przeprowadzono również badania podstawowych właściwości płuczek, ze względu na ograniczoną objętość niniejszego raportu, autorzy postanowili w szczególności nie przedstawiać składu poszczególnych badanych płuczek, ich typów i szczegółowej ich analizy. Rodzaj stosowanej płuczki i jej właściwości są dobierane do rodzaju przewiercanych skał i potrzeb technologicznych wiercenia. Właściwości płuczki wiertniczej wpływają w zasadniczy sposób na efektywność desorpcji rozpuszczonego w niej gazu. Konstrukcja i technika desorpcji desorbera (degazatora) dowolnego typu powinna dawać jednakowy jakościowy efekt, którym są niezmiennie stosunki objętościowe wyekstrahowanych węglowodorów do C1, które dla oceny jakościowej przewiercanych złóż stanowią parametr porównawczy.