

Stanisław KOPACZ
Politechnika Śląska
Instytut Automatyki

ZALECENIA DOBORU POZIOMOMIERZY DLA POTRZEB GOSPODARKI WODNEJ

Streszczenie: Uwzględniając warunki pracy typowych obiektów gospodarki wodnej oraz wymagane dokładności pomiarów, przeprowadzono analizę możliwości zastosowania produkowanych poziomomierzy.

1. Charakterystyka punktów pomiarowych

Pomiar poziomu jest realizowany w celu utrzymania odpowiednich warunków technologicznych lub w celu kontroli zasobów wody i tendencji ich zmian. Zadania te są realizowane przez pomiar poziomu w zbiornikach i ciekach.

Pomiar poziomu w ciekach jest realizowany w celu wyznaczenia natężenia przepływu.

Poszczególne obiekty różnią się między sobą wymiarami geometrycznymi, usytuowaniem względem powierzchni terenu, obudową, rodzajem i stopniem zanieczyszczenia wody, zakresem możliwych i typowych zmian poziomu oraz charakterem procesu w danym obiekcie. Czynniki te wpływają na zmienność warunków pracy przetworników, możliwych miejsc i usytuowania przetworników względem obiektu, wymaganej dokładności i niezawodności oraz potrzebne zabezpieczenie przed dostępem osób niepowołanych.

Wymagana dokładność pomiaru jest zależna od charakteru procesu. Charakterystyczne jest wymaganie wysokiej dokładności pomiaru w zbiornikach retencyjnych [6]. Wymagana dokładność w małych zbior-

nikach i w ciekach jest rzędu 1-2%.

Wśród dużej ilości punktów pomiaru poziomu realizowanego lub pożądanego w obiektach gospodarki wodą można wyróżnić pomiary poziomu wody [8].

- 1/ w studniach,
- 2/ w zbiornikach retencyjnych,
- 3/ w zbiornikach wody surowej i uzdatnionej,
- 4/ w osadnikach, klarownikach i filtrach,
- 5/ w zbiornikach reagentów,
- 6/ w rzekach, strumieniach i młynówkach.

Pomiar poziomu w studniach głębinowych wymaga stosowania poziomierzy z sondą opuszczaną na głębokość od kilkunastu do kilkuset metrów. Typowy zakres zmian poziomu lustra wody wynosi kilka metrów. Temperatura wody jest praktycznie niezmienna i wynosi 10-12°C. Najpoważniejszym problemem technicznym jest trudny dostęp do zwierciadła wody. Typowa średnica studni wynosi 400 mm. Wewnątrz studni jest umieszczona rura tłoczna składająca się z odcinków łączonych kołnierzami o średnicy około 200 mm. Kołnierze mogą stanowić przeszkodę uniemożliwiającą opuszczanie sondy. Drgania rury stanowią zagrożenie dla ciężka sondy. Wlot do studni jest obetonowaną komorą zagłębioną w terenie. W komorze panuje wilgotność około 100%. Komora nie jest ogrzewana. Atmosfera jest obojętna chemicznie.

Pomiary są realizowane w celu sterowania pompami i kontroli zasobów wody na danym terenie. Wymaga się dokładności pomiaru rzędu 1% zakresu /ok. 2 cm/.

Pomiar poziomu w zbiornikach retencyjnych jest realizowany w celu określenia stanu zasobów wody. Wymaga się dokładności pomiaru rzędu 0,1% zakresu. Zakres pomiaru jest rzędu kilku do kilkunastu metrów. Charakterystyczny jest brak dostępu do dna i bardzo utrudniony dostęp do ścian zbiornika. Na terenie zbiornika istnieją budowle hydrotechniczne, np. wieże upustu dennego. Temperatura wody zmienia się od kilku stopni Celsjusza do około 25°C w skali roku. Powierzchnia w okresie zimy może być pokryta warstwą lodu i śniegu.

Temperatura powietrza zmienia się w granicach $- 20^{\circ}\text{C} + 30^{\circ}\text{C}$ w ciągu roku. Atmosfera jest chemicznie obojętna.

Zbiorniki wody surowej i wody czystej są z reguły zagłębione w ziemi i są zbiornikami otwartymi. Temperatura wody jest wolnozmienna i zmienia się w wąskich granicach. Nad lustrem cieczy panuje duża wilgotność. W zbiornikach wody czystej w powietrzu występuje chlor. Dostęp do lustra wody od góry jest łatwy. W niektórych przypadkach istnieje prosty dostęp do ścian zbiornika.

Wymagany jest ciągły pomiar w zakresie około 5 m i sygnalizacja przekroczenia górnej i dolnej granicy:

Pomiar poziomu w zbiornikach na oddziałach koagulacji jest utrudniony ze względu na stosowanie aktywnych chemicznie mediów jak kwas siarkowy, szkło wodne czy mleko wapienne. Wymagane zakresy pomiarowe: 0-4 m i dokładność rzędu ± 10 cm. W niektórych przypadkach wystarcza sygnalizacja wybranych poziomów.

W zbiornikach nad filtrami w stacjach uzdatniania wody wymagany jest ciągły pomiar w zakresie 0-6 m i sygnalizacja minimalnego i maksymalnego poziomu. Wilgotność w pomieszczeniach jest równa około 100 %. Temperatura utrzymuje się na poziomie 18°C . Pomiar jest realizowany w celu określenia jakości filtracji i stanu filtrów.

W zbiornikach oczyszczalni ścieków panują specyficzne warunki. Ciężar właściwy cieczy zmienia się w stosunkowo szerokich granicach. Występują zawiesiny, tłuszcze i osad czynny. Ścieki powodują dość szybką korozję aparatury.

Wymagana jest sygnalizacja jednego lub kilku wybranych poziomów. Istotnym utrudnieniem jest skłonność do zarastania wszelkich elementów mechanicznych przez szlam i tłuszcze. Tłuszcze zakłócają również pracę sygnalizatorów konduktometrycznych i pojemnościowych.

Pomiar poziomu w ciekach wymaga w większości przypadków wykonania specjalnych obudów w postaci studzienki lub wieży, których podstawowym zadaniem jest zabezpieczenie przetwornika przed uszkodzeniem przez płynące przedmioty lub umoszone rumowisko denne oraz przed

dostępem niepowołanych osób.

Warunki pomiaru są zbliżone do warunków panujących w zbiornikach wody surowej. Zakresy pomiaru są zróżnicowane: od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów. Punkty pomiaru są na ogół bardziej odległe od zabudowań niż punkty pomiaru poziomu w zbiornikach.

2: Przegląd poziomomierzy

Wśród przyrządów stosowanych do pomiaru poziomu wody można wyróżnić przetworniki:

1. hydrostatyczne [12] [13] [14] [15] [16]
2. pływakowe [6] [10] [7]
3. wypornościowe [18] [19]
4. opornościowe [8] [17]
5. pojemnościowe [20]
6. ultradźwiękowe [9] [10] [11]

W przetwornikach hydrostatycznych różnica poziomów cieczy jest przetwarzana na ciśnienie hydrostatyczne. Ciśnienie hydrostatyczne mierzy się manometrami różnicowymi. Wynik pomiaru jest obarczony błędem metody wynikającym ze zmian gęstości cieczy.

Jeżeli jest możliwy montaż przetwornika poniżej minimalnego poziomu cieczy, stosuje się typowe manometry różnicowe. W innych przypadkach ciśnienie hydrostatyczne doprowadza się do manometru za pomocą przewodów impulsowych wypełnionych cieczą lub gazem. Przy zastosowaniu cieczy układ pomiarowy składa się z manometru, przewodów impulsowych oraz sondy z wlotką membraną i stanowi nierozłączną całość. Przekazywanie ciśnienia hydrostatycznego za pomocą gazu wymaga stosowania sond o stosunkowo dużej objętości lub rurki barbotażowej i kompresora lub butli.

W niektórych rozwiązaniach elementy manometru różnicy ciśnień są oddalone od przetworników standaryzujących sygnał wyjściowy. Część ta w postaci sondy jest zanurzana w badanej cieczy.

Mierniki hydrostatyczne budowane są na zakresy od kilkudziesięciu milimetrów do kilkudziesięciu metrów. Deklarowane typowe wartości

błędów podstawowych wynoszą około 0,5 %. Dopuszczalne temperatury pracy od -20°C do 100°C . Częste są wykonania dopuszczające pracę przy wilgotności 100 % i w atmosferze agresywnej.

W przetwornikach pływakowych pływak pozostaje w stałym kontakcie z lustrem wody. Zmiany poziomu są przekazywane na bęben za pomocą cięgna. Kąt obrotu bębna jest miarą poziomu. Kąt ten jest przetwarzany na sygnał elektryczny, ze względu na wysoką dokładność często na sygnał cyfrowy. W niektórych rozwiązaniach ruch pływaka jest przekazywany na cięgno poprzez rury osłonowe i sprzężenie magnetyczne. Poziomomierze pływakowe są przystosowane do pomiarów dużych zmian poziomu 25-30 m. Poziomomierze w wykonaniu specjalnym są przystosowane do pomiaru poziomu wody w studniach głębinowych. Osiągane dokładności pomiaru są rzędu kilku do kilkunastu milimetrów.

W poziomomierzach wypornościowych pływak jest praktycznie nieruchomy. Przy zmianach poziomu zmienia się siła wyporu. Siła ta jest przetwarzana na sygnał wyjściowy. Przez zastosowanie dłuższej linki, na której jest umieszczony pływak, można oddalić przetwornik od lustra wody. Deklarowane są dokładności 0,5 % - 5 %. Dopuszczalna temperatura pracy - 30°C do $+80^{\circ}\text{C}$, dopuszczalna wilgotność do 100 %. Wykonywane są przetworniki o zakresach od kilkuset milimetrów do kilku metrów.

Z grupy przetworników rezystancyjnych na uwagę zasługuje przede wszystkim przetwornik ze spłaszczoną spiralą z drutu oporowego i taśmą ze stali nierdzewnej biegnącą wzdłuż spirali. Obydwa te elementy są osłonięte koszulkami izolującymi. Na zanurzonej odcinku wskutek parcia cieczy taśma jest dociśnięta do spirali i zwiiera tę część rezystora. Rezystancja przetwornika zmienia się przy zmianie głębokości zanurzenia. Zmiany rezystancji są przetwarzane na wyjściowy sygnał prądowy.

Wykonywane są przetworniki o zakresie od 0,6 do 60 m. Deklarowana przez producenta dokładność wynosi 0,01 %. Dopuszczalna temperatura pracy wynosi 90°C . Produkowane są sondy przeznaczone do pracy w agresywnych mediach.

W przetworniku z potencjometrem zmiany ciśnienia powodują odkształcenie elementu sprężystego i w efekcie zmianę położenia styku nadajnika potencjometrycznego. Deklarowana jest dokładność 2,5 % i zakres rzędu kilku metrów. Przetwornik jest przeznaczony do pracy w studniach głębinowych i może być opuszczany na głębokość kilkuset metrów. Przetwornik jest wrażliwy na wstrząsy i wibracje.

W przetwornikach pojemnościowych zmiana poziomu cieczy między okładkami kondensatora powoduje zmianę jego pojemności. Przetwarzanie pojemności na prądowy sygnał wyjściowy jest realizowane w układach mostków niezrównoważonych. Przetworniki charakteryzuje prosta budowa i mała podatność na uszkodzenia. Przetworniki są wrażliwe na zmianę składu cieczy, zmianę temperatury oraz nawarstwianie się osadów na sondzie. Deklarowane dokładności pomiaru wynoszą 2-3 %. Stosowane są przetworniki o zakresach od kilkudziesięciu milimetrów do kilkudziesięciu metrów. Zaletą przetworników jest niska cena.

W przetwornikach ultradźwiękowych wykorzystuje się zjawisko odbicia fali od granicy dwóch ośrodków. Pomiar czasu przejścia fali od nadajnika do lustra cieczy i z powrotem do odbiornika pozwala wyznaczyć poziom cieczy. Produkowane są poziomomierze pracujące w zanurzeniu lub w powietrzu. Przetworniki nie mają części ruchomych, co pozwala uzyskiwać wysoką niezawodność nawet w tak trudnych warunkach, jakie panują w oczyszczalniach ścieków. Producenci deklarują dokładność pomiaru 10-25 mm przy zakresach pomiarowych do 20 m. Przetworniki elektroniczne mogą pracować w temperaturach 0-50°C, sondy - do 100 °C.

3. Zalecenia

Zestawienie warunków pracy, wymaganej dokładności i właściwości produkowanych poziomomierzy pozwala sformułować następujące zalecenia:

3.1. Studnie głębinowe

Specyficzne warunki pomiaru wymagają stosowania odpowiednich przy-

rządów. W kraju poziomomierze tego typu nie są produkowane. Najwięcej zalet predystynujących do zastosowania w studniach głębinowych ma przetwornik firmy "Metritape" z sondą odpowiedniego typu przy głębokościach większych niż 60 m;

Oprócz tego mogą być stosowane poziomomierze firmy "Fleuger" lub poziomomierz z wydłużonym pływakiem firmy Stevens. Poziomomierz firmy Fleuger jest wrażliwy na wstrząsy. Poziomomierz firmy Stevens wymaga dodatkowej rury osłonowej zabezpieczającej przed wstrząsami.

3.2. Zbiorniki retencyjne

Podstawowym ograniczeniem jest wymagana wysoka dokładność.

Można stosować:

- a/ Poziomomierze ultradźwiękowe firmy Mc Geoch lub firmy Stevens względnie firmy Reflex Ltd.
- b/ Poziomomierz pływakowy firmy Stevens.
- c/ Poziomomierz opornościowy firmy Hetritape.

3.3. Zbiorniki wody uzdatnionej i wody surowej

Wachlarz poziomomierzy spełniających stawiane warunki jest szeroki. Mogą być stosowane następujące poziomomierze:

- a/ hydrostatyczne, np. firmy UMAELEKTRO OY,
- b/ opornościowy, np. firmy METRITAPE,
- c/ pływakowe, np. firmy COBHAN,
- d/ piezometryczne na bazie manometrów WT-35 MERA ZAP EPA....
MERA ZAP lub 41303 do 41314 MERA RNEFAL.

3.4. Zbiorniki na oddziale koagulacji

Aktywne chemicznie media predystynują poziomomierze nie pozostające w kontakcie z wodą. Wymagania spełniają:

- a/ Poziomomierze ultradźwiękowe firmy Stevens i firmy Reflex Ltd.
- b/ Poziomomierz hydrostatyczny firmy UMAELEKTRO OY
- c/ Opornościowy firmy METRITAPE
- d/ Pływakowy firmy KROHNE
- e/ Zbiorniki nad filtrami.

Można również stosować poziomomierze wymienione w punkcie 3 z

wyjątkiem piezometrycznych narażonych na utratę drożności rurki przepieralającej.

3.5. Zbiorniki czerpalne i zagęszczacze osadów

Wymagana jest sygnalizacja kilku wybranych poziomów osadu, jednakże szczególnie trudne warunki skłaniają do stosowania poziomomierzy ultradźwiękowych.

LITERATURA

- [1] Romer E.: Miernictwo przemysłowe. PWN, Warszawa 1970.
- [2] Informator zastosowań części pomiarowej POLNATIK METRO Metroniv - urządzenia do pomiaru poziomu MERA FIAP.
- [3] Getting to know all about liquid level measurement. Control and Instrumentation. September 1974.
- [4] Surveying the field of liquid level measurement. Control and Instrumentation. September 1974.
- [5] Application bulletin. Fischer and Porter Co.: Liquid level measurement instruments[®].
- [6] Studia nad systemem optymalnego kompleksowego sterowania rozrządem wód na obszarze wodno-gospodarczym GCP. Część II rozdz. II, Gliwice 1975, Inst. Aut. Pol. Śl. /niepublikowane/.
- [7] Wolski A. - Projekt i analiza układów regulacji filtrów w stacji wodociągowej Kobiernice. Gliwice 1977 r. Inst. Aut. /praca dyplomowa/.
- [8] Ocytko Z. - Unifikacja poziomomierzy dla potrzeb gospodarki wodnej. Gliwice 1978. Inst. Aut. /praca dyplomowa/.
- [9] Katalogi firm:
COBHAM, KROHNE, METRITAPE, William Mc GEOCH, STEVENS INTERNATIONAL Inc., VACUUM REFLEX Ltd. ULMAELECTRO OY, LEUPOLD and STEVENS Inc. MERA-ZAP-MONT, MERA- PNEFAL, MERA-KFAP, PLEUGER, FOXBORO YOXALL Ltd, MASCNEILAN, THORN AUTOMATION Ltd.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ УРОВНЕМЕРОВ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Учитывая условия работы типовых объектов водного хозяйства а также требуемые точности измерений проведено анализ возможности применения выступаемых уровнемеров.

THE RECOMENDATIONS OF THE LEVEL GAUGES SELECTION FOR THE WATER ECONOMICS

The paper presents the applicability analysis of produced level gauges, taking into account the terms of work of typical hydrological objekts and the measuring accuracy.