

**MESSUNG DER KAPAZITÄT PRO LÄNGENEINHEIT DES EINADRIGEN ELEKTRISCHEN
DRAHTES IN DEM HERSTELLUNGSPROZESS**

S.V. Masikov

Wissenschaftliche Betreuerin: Fr. Dr. G. Vavilova

Sprachbetreuerin: Fr. Dr. E. Prokhorets

Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk, Russland, Tomsk, Lenin- Prospekt, 30, 634050

E-mail: s-mazikov@mail.ru

**ИЗМЕРЕНИЕ ПОГОННОЙ ЕМКОСТИ ОДНОЖИЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРОВОДА
В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА**

С.В. Мазиков

Научный руководитель: ст. преподаватель каф. ФМПК. Г.В. Вавилова

Руководитель-лингвист: Прохорец Е. К., к.п.н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: s-mazikov@mail.ru

***Аннотация.** Описана техническая реализация электроемкостного метода измерения погонной емкости электрического одножильного провода непосредственно в производственной линии.*

Die wichtige Kennzeichnung für Fernmeldekabel, Steuerkabel und Hochfrequenzkabel ist der Kapazitätsbelag. Als regulatives Dokument für die Kontrolle der Kabelkapazität gilt GOST 27893-88 [1], der nur die Regelung der Eingangskontrolle des fertigen Kabelabschnitts bestimmt. Noch im Fertigungsprozess durchgeführte Kontrolle bei der Herstellung von den Bestandteil des Kabels bildenden Einfachleitungen in der Etappe vom Isolationsauftrag auf die leitungsfähige Litze ermöglicht die Kapazitätskontrolle über die gesamte Länge des Werkstücks. Das einzige mögliche Messverfahren der Leitungskapazität stützt sich auf der Verwendung von der Rohrelektrode, die im Wasser der Kühlwanne der extrusiven Linie gebadet wird. Diese Prüfmethode ist in den Erarbeitungen der führenden Firmen umgesetzt, die als Schwerpunkt die Erzeugung von Kontrollinstrumenten für Kabelindustrie haben: Sikora, Zumbach [2].

Der Aufbau vom elektrisch-kapazitiven Messwandler, den man für die Verwirklichung des beschriebenen Verfahrens verwendet, ist auf der Abbildung 1 dargestellt. Der Messwandler der Elektrokapazität besteht aus dem zylinderförmigen Metallgehäuse 1, aus der Rohrmesselektrode 2, aus zwei zusätzlichen Rohrelektroden 3, die vom Gehäuse durch den Isolierstoff 4 abgesondert sind. Die zusätzlichen Elektroden braucht man fürs Schaffen vom homogenen elektrischen Feld auf den Rand von Messelektroden. Die gesteuerte Leitung 5 bewegt sich stetig innerhalb der Rohrelektroden. Die leitungsfähige Litze der Leitung und das Gehäuse des Messwandlers sind mit dem gemeinsamen Punkt (der Erde) verbunden. Die Rohrelektroden sind in Verbindung mit dem Drehspannungsgenerator $\dot{U}$ durch die Eckfrequenz ω gesetzt. Die Stromstärkemessung im elektrischen Kreis der Messelektrode erfolgt unter Verwendung des Stromtransformators 6. Der Messwandler gemeinsam mit der gesteuerten Leitung drinnen wird in der wässrigen Lösung von Salz, Säuren und Basen gebadet, die immer

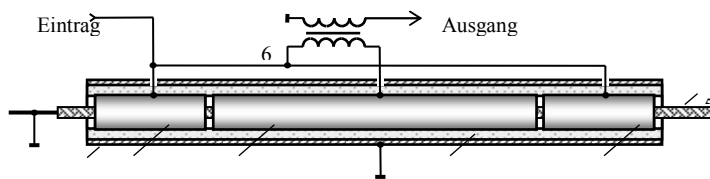


Abb. 1. Aufbau Elektrische kapazitive Sender

im Gebrauchswasser der Kühlwanne der extrusiven Linie enthalten sind.

Der Einfluss von Änderungen der elektrischen Leitfähigkeit von der wässrigen Lösung aufs Resultat der Kapazitätsmessung der elektrischen Leitung ist unter Verwendung von Mustern der Einfachleitungen mit dem Wert des Kapazitätsbelags von 180 bis 460 pF/m untersucht. Der tatsächliche Kapazitätswert der Muster wurde durch Messung des Kapazitätsbelags nach Aufforderungen von GOST 27893-88 bei Raumtemperatur $(22 \pm 1)^\circ\text{C}$ durch die Nutzung vom reinen Leitungswasser der gleichen Temperatur bestimmt. Die Änderung der elektrischen Leitfähigkeit von Wasser entstand durch die Auflösung im ursprünglich reinen Leitungswasser des Kochsalzes NaCl, damit erreichte man die Massenkonzentration λ im Bereich von 0 bis 4 g/l.

Auf der Abbildung 2 sind die Ergebnisse des Experiments in Form von Hodographen des Stromverhältnisswerts $\dot{I}^*$ von der Änderung des Kapazitätsbelags der Leitung C' , pF/m (voll ausgezogene Linien) und Massenkonzentration von Salz λ g/l (punktierte Linien) dargestellt. Die Datenanalyse (Abb. 2) zeigt, dass die Stromamplitude $\dot{I}^*$ wächst geradlinig bei der Steigerung des Kapazitätsbelags der Leitung, deshalb können diese Werte als informative Parameter des Ausgangssignals vom Messwandler der Elektrokapazität verwendet werden. Als Normierungswert der Stromstärke wurde sein Wert beim Fehlen der Leitung im Wandler (was dem Wert des Kapazitätsbelags $C' = 0$) und $\lambda \rightarrow 0$ (destilliertes Wasser) entspricht.

Die Änderung der Massenkonzentration von Salz im analysierenden Abstand ruft die Änderung der Stromamplitude von 10% für Großwerte C' und bis 20% für Kleinwerte hervor. Dementsprechend bedingt die Messung vom Kapazitätsbelag ohne Rücksicht auf diesen Einflussfaktor hohen Messfehler der gleichen Ordnung.

Aufgrund der Analyse der Abbildung 2 kann der Kapazitätsbelag der steuerten Leitung C' , (pF/m) unter Verwendung der linearen Funktion der Umwandlung folgender Art:

$$C_n = C_{01}(\lambda) + k_1(\lambda) \cdot \dot{I}^*, \quad (1)$$

wo $C_{01}(\lambda)$, pF/m und $k_1(\lambda)$, pF/m·A – Gleichanteil und Proportionalitätsfaktor, die Funktionen der Massenkonzentration von Salz im Wasser sind.

Bei der Steigerung der Massenkonzentration von Salz im Wasser wächst einsinnig die Beziehung $t = \text{Re } \dot{I}^* / \text{Im } \dot{I}^*$, die gleich $\text{tg } \varphi$ ist, wo sich der Winkel φ zwischen dem Stromvektor $\dot{I}^*$ und der Blindachse komplexer Zahlenebene befindet. Es ermöglicht die Verwendung von Messergebnissen der Komplexanteile des Stroms $\dot{I}^*$ für die Verstimmung vom Einfluss der Änderungen elektrischer Leitfähigkeit von Wasser über den Ersatz von den Funktionen in der Gleichung (1) $C_{01}(\lambda)$, pF/m und $k_1(\lambda)$, pF/m·A durch die entsprechenden Funktionen $C_{01}(t)$, pF/m und $k_1(t)$, pF/m·A, die mit genug hohem Näherungsgrad von Polynomen zweiter Grad beschrieben werden:

$$C_n = C_{02}(t) + k_2(t) \cdot \dot{I}^*, \quad (2)$$

Die Koeffizienten dieser Funktionen werden durch konstruktive Parameter des verwendbaren Messwandlers

der Elektrokapazität bestimmt und befinden sich versuchsmäßig bei der Primäreinstellung des Kapazitätsmessers.

Die Ergebnisanalyse zeigt, dass relativer Messfehler ohne Verstimmung vom Einfluss der Änderungen elektrischer Leitfähigkeit 20% erreichen kann, bei der Nutzung von Verstimmung unterscheiden sich aber die nach der Formel (2) berechneten Werte des Kapazitätsbelags für angegebenen Variationsbereichen von tatsächlichen Werten nicht mehr als um 2,5%. Durch die Einschränkung der Variationsbereiche von den

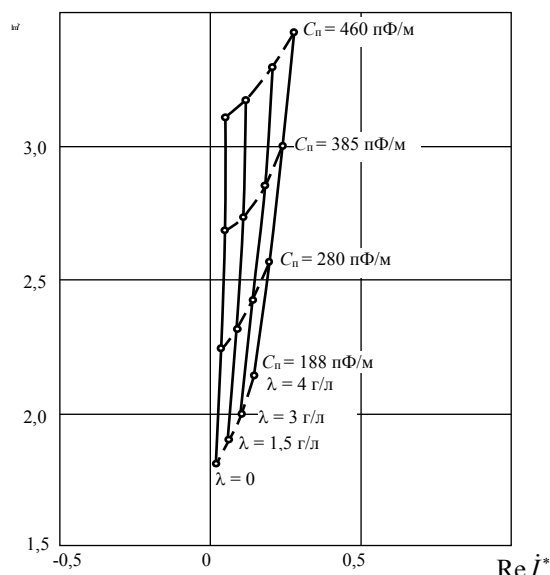


Abb. 2. Hodographen des
Signalgebers der elektro-kapazitiven
Umformer von Kapazität pro
Längeneinheit des elektrischen
Drahtes C_n und
Salzkonzentration λ

Einflussfaktoren kann der angegebene Messfehler mehrfach verringert werden.

Es ist angezeigt, dass die Änderung der spezifischen Leitfähigkeit der wässrigen Lösung infolge der Salzgehaltsänderung von Wasser, in das elektrisch-kapazitiver Messwandler eingetaucht wird, der Änderungen von seiner Temperatur und vom Mix von Zusatzstoffen einen erheblichen Einfluss auf die Kontrollergebnisse bei der Fertigungskontrolle vom Kapazitätsbelag der elektrischen Leitung nimmt. Das Verfahren der Verstimmung vom Einfluss der angegebenen Faktoren auf die Kontrollergebnisse ist betrachtet, das auf der indirekten Messung der spezifischen Wärmeleitfähigkeit und dem Vornehmen der entsprechenden Korrektur in die Umwandlungsfunktion beruht. Es wird nachgewiesen, dass die Verwendung von diesem Verstimmungsverfahren mehrfache Verringerung des Messfehlers ermöglicht [1].

QUELLENVERZEICHNIS

1. GOST (State Standard). (1989). 27893-88 Kommunikationskabel . Methoden der Tests, Moskau: Standards Verlag
2. CAPAC® / FFT, Kapazitätsmesssysteme für Kabelproduktionslinien, Zumbach Electronic AG, SCHWEIZ:
http://www.zumbach.com/pdf/Literature_DE/Catalogs/CAPAC/CAPAC_Familie_CAPA.002.0002.D.pdf