

Zygmunt Semik\*

## **GUMA ETYLENOWOPROPYLENOWA NA IZOLACJĘ PRZEWODÓW GÓRNICZYCH I KABLI ŚREDNICH NAPIĘĆ**

**Streszczenie:** Artykuł zawiera charakterystykę gumy etylenowopropylenowej pod kątem jej zastosowania na izolację przewodów i kabli na średnie napięcie znamionowe. Omówiono badania, budowę, parametry przewodów górniczych o izolacji z gumy EPB na napięcie znamionowe 3,6 do 18/30 kV oraz kabli elektroenergetycznych o izolacji z gumy etylenowopropylenowej na napięcie znamionowe 8,7/15 i 12/20 kV.

**Słowa kluczowe:** guma izolacyjna, przewody górnicze, kable SN

### **1. Wstęp**

Produkcja kauczuków EPM i EPDM jest jedną z najdynamiczniej rozwijających się gałęzi przemysłu produkcji elastomerów. Kauczuki etylenowopropylenowe i etylenowopropylenowodienowe dzięki swojej strukturze posiadają szereg cennych właściwości dzięki którym znalazły zastosowanie między innymi w przemyśle elektrotechnicznym. Wśród najbardziej znaczących dla przemysłu kablowego właściwości kauczuków i gumy na bazie kauczuków EPM i EPDM są:

- bardzo dobra odporność na: ozon, starzenie cieplne w temperaturach do 150°C, promieniowanie UV, warunki atmosferyczne, wodę i parę wodną,
- dobre właściwości dielektryczne [3],
- wysoka rezystywność skrośna [3],
- korzystne właściwości przenikalności elektrycznej i wytrzymałości elektrycznej [3],

---

\* Krakowska Fabryka Kabli S. A., ul. Wielicka 114, 30-663 Kraków

- bardzo duża odporność na wyładowania niezupełne i drzewienie [1].

Guma EPR dzięki wyżej wymienionym właściwościom została zastosowana do produkcji kabli, przewodów, akcesoriów elektrycznych. W USA już w 1964 roku wyprodukowano i zainstalowano pierwsze kable o izolacji z gumy etylenowopropylenowej na średnie napięcia znamionowe.

Zastosowanie gumy EPR na izolację kabli średnich napięć stało się możliwe dzięki rozwojowi i zmianom technologicznym zarówno w procesie produkcji gumy jak i kabli. W zakresie produkcji gumy:

- zaczęto stosować nowoczesne technologie wykonywania mieszanek w mikserach,
- nastąpił rozwój w dziedzinie produkcji środków pomocniczych do gumy takich jak aktywatory, środki wulkanizujące oraz wysokiej jakości napelniaczy i plastyfikatorów.

Stosowanie nadtlenkowego układu wulkanizacyjnego pozwoliło na znaczne podwyższenie parametrów starzeniowych i elektrycznych. W dziedzinie produkcji kabli zaczęto stosować linie ciągłej wulkanizacji wyposażone w kilka wyciściarek umożliwiających produkcję izolacji i ekranów w jednej operacji technologicznej.

Krakowska Fabryka Kabli stosuje gumę EPR na izolację kabli i przewodów niskonapięciowych od wielu lat. Dopiero jednak zmiany technologiczne i ukończenie nowych inwestycji umożliwiły uzyskanie odpowiednich parametrów gumy EPR i uruchomienie produkcji przewodów i kabli na średnie napięcia znamionowe.

## 2. Przewody giętkie górnicze na średnie napięcia znamionowe o izolacji z gumy EPR

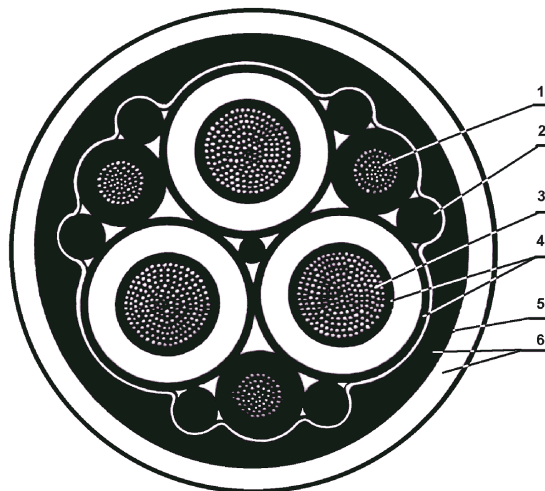
Badania prowadzone wspólnie z CEiAG EMAG pozwoliły na uruchomienie produkcji przewodów górniczych o izolacji z gumy etylenowopropylenowej na napięcia znamionowe od 3,6/6 do 18/30 kV. Przewody te zbudowane są z żył miedzianych ocynowanych wielodrutowych. Żyły robocze znajdują się w izolacji z gumy EPR oraz ekranach z gumy przewodzącej prąd. Żyły ochronne są pokryte warstwą gumy przewodzącej. Żyły robocze i ochronne stanowiące ośrodki przewodów znajdują się w oponie gumowej (rys. 1).

Przewody te jak wykazały badania charakteryzują się dużą giętkością, odpornością na wielokrotne przeginięcie. Są one przeznaczone do zasilania górniczych maszyn odkrywkowych pracujących w warunkach ciągłego zwijania i rozwijania. Dzięki zastosowaniu gumy EPR na izolację oraz specjalnie opracowanych materiałów na pozostałe elementy tych przewodów, spełnione zostały wszystkie wymagania przemysłu górniczego.

Przewody charakteryzują się:

- bardzo dobrymi parametrami elektrycznymi (osiągnięto poziom wyładowań niezupełnych poniżej 5 pC) dzięki odpowiedniej technologii produkcji gumy na izolację,

- maksymalnym bezpieczeństwem pracy przez zastosowanie gumy przewodzącej na ekrany indywidualne żył roboczych i odpowiednią budowę przewodów (symetryczna żyła ochronna),
- bardzo dobrą odpornością na ciągnięcie, zginanie w temperaturach do  $-30^{\circ}\text{C}$ .



**Rys. 1.** Przewód oponowy górniczy OnGcekgż-G 18/30 kV: 1 – żyła ochronna, 2 – wkład gumowy, 3 – żyła robocza, 4 – ekrany z gumy przewodzącej, 5 – oplot wzmacniający, 6 – opona dwuwarstwowa

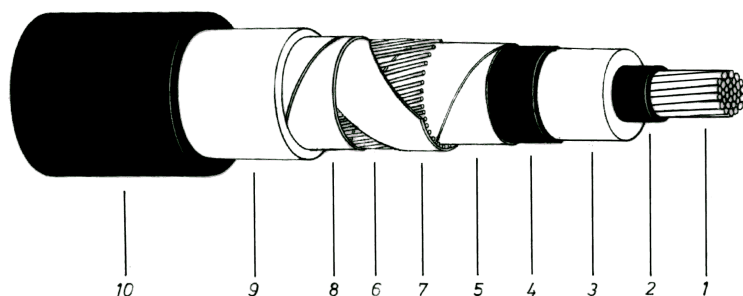
Po pierwszym okresie dwóch lat eksploatacji przewody uzyskały bardzo pozytywne opinie przedstawicieli kopalń odkrywkowych. Przewody OnGcekgż-G na napięcia nie przekraczające 18/30 kV odpowiadają również wymaganiom niemieckiego przemysłu górnictwa odkrywkowego.

### 3. Kable średnich napięć o izolacji z gumy EPR

W 1998 roku KFK S. A. wykonała pierwsze odcinki kabli średnich napięć na rynek krajowy oraz na eksport do USA, typu GnUHAkG 12/20 kV i MV-90 15 kV. Obydwa rodzaje kabli posiadały jako izolację gumę etylenowopropylenową a jako ekrany, gumę przewodzącą. Budowę kabli GnUHAkG przedstawia rys. 2. Posiadają one również powłokę z gumy chloroprenowej.

Zarówno w Polsce jak i w USA kable te są alternatywą dla kabli o izolacji z polietylenu usieciowanego. Kable GnUHAkG przeszły z wynikiem pozytywnym program badań obejmujący:

- badanie pełne na zgodność z normą w BBJ — SEP i KFK S. A.,
- badania poszerzone w Zakładzie Elektroenergetyki AGH obejmujące badania zarówno samych materiałów zastosowanych w kablu jak i kabla włącznie z próbami długotrwałymi (próba trwałości, wyładowań niezupełnych).



**Rys. 2.** Kabel elektroenergetyczny GnUHAKG  $1 \times 120/50 \text{ mm}^2$  12/20 kV: 1 – żyła robocza o przekroju  $120 \text{ mm}^2$ , 2 i 4 – ekrany z gumy przewodzącej, 3 – izolacja z gumy etylenowopropylenowej EPR, 5 i 8 – zapora przeciwwilgociowa z taśm pęczniących 6 – żyła powrotna o przekroju  $50 \text{ mm}^2$  składająca się z 46 drutów o średnicy 1,16 mm 7 – spirala przeciwskrętana z taśmy miedzianej, 9 – wewnętrzna powłoka ognioodporna, 10 – zewnętrzna powłoka chloroprenowa

Badania potwierdziły wymienione na początku referatu korzystne właściwości gumy etylenowopropylenowej. Kable GnUHAKG posiadające również powłokę zewnętrzną z gumy chloroprenowej mogą być układane przez cały rok. Badania potwierdziły odporność na zginanie w temperaturze  $-30^\circ\text{C}$ . Kable te mogą być instalowane z minimalnym promieniem gięcia 12 średnic kabla, podczas gdy kable o izolacji z polietylenu usieciowanego 15 średnic.

Powłoka chloroprenowa gwarantuje odporność na promieniowanie UV, wodę, ozon, chemikalia, czynniki atmosferyczne. Wykonany w KFK S. A. odcinek kabla MV90, 15 kV na eksport do USA przeszedł z wynikiem pozytywnym wszystkie badania na zgodność z normą UL.

Przeprowadzone w KFK S. A. i Energopomiarze Gliwice badania wartości napięcia przebicia elektrycznego izolacji dały wartość ośmiokrotnie wyższą niż napięcie znamionowe. Doświadczenia eksploatacyjne stosowanych od kilkadziesiąt lat w USA kable o izolacji z gumy EPR na średnie napięcie znamionowe oraz badania laboratoryjne wykazują unikalną odporność zarówno na inicjację jak i rozwój drzewienia wodnego i elektrochemicznego gumy etylenowopropylenowej [1] (artykuł Mortona Browna wydany w IEEE Electrical Insulation Magazine nr 82 SM 375-4).

## Literatura

- [1] **Brown M.:** *Performance of Ethylene Propylene Rubber Insulation in Medium and High Voltage Cables*
- [2] **Morrison W. G., Arharf R. J.:** *Using New Technology to Improve Reliability of an Industrial Cable Distribution System*
- [3] *Sprawozdania z badań prowadzonych przez Zakład Elektroenergetyki AGH i BBJ SEP*

ETHYLENE PROPYLENE RUBBER FOR INSULATION OF MINING CABLES AND MEDIUM  
VOLTAGE CABLES

Report discusses property of ethylene propylene rubber and cables with EPR insulation and presents new flexible mining cables and medium voltage power cables produced in Cracow Cable Factory.