तकनीकी सुरक्षात्मक वस्त्रों का संश्लेषण

देवेन्द्र कुमार[1] एवं साक्षी गुप्ता[2]
[1]एसोसिएट प्रोफेसर, रसायन विज्ञान विभाग
बी0एस0एन0वी0 पी0जी0 कॉलेज, लखनऊ–226001, उ0प्र0, भारत
[2]छात्रा, एम0एस–सी0, रसायन विज्ञान, एस0बी0एस0 पी0जी0आई0, देहरादून–248161, उत्तराखण्ड, भारत
drdgupta65@gmail.com

प्राप्त तिथि–30.06.2017, स्वीकृत तिथि–30.08.2017

सार– सभी तरह के कपड़े कुछ न कुछ हमें सुरक्षा प्रदान करते हैं। हमारा विषय ऐसे वस्त्रों के रेशे के निर्माण से नहीं है जिसका उपयोग हम शीत, वर्षा तथा गर्मी से राहत पाने के लिए करते हैं अपितु ऐसे वस्त्रों के रेशे के संश्लेषण से है जो हमें अग्नि, रसायनों, नाभिकीय विकिरणों, बन्दूक की गोली के प्रभाव से रक्षा करता हो। सामान्य नागरिकों तथा सैनिकों के लिए रक्षात्मक वस्त्रों के बनाने में अनुसंधान कार्य प्रगति पर है। तकनीकी वस्त्रों का भूमण्डलीय बृद्धि दर लगभग चार प्रतिशत है, जबकि गृह तथा सामान्य पहनने के कपड़ों का यह दर लगभग एक प्रतिशत प्रति वर्ष है। तकनीकी रक्षात्मक वस्त्र, विभिन्न प्रकार के रेशों के सम्मिश्रण से तैयार किये जाते हैं जो विभिन्न प्रकार के कार्यों के लिए उपयोगी सिद्ध हो सकें।

बीज शब्द– तकनीकी वस्त्र, नाभिकीय विकिरण, अग्नि रक्षात्मक वस्त्र।

Synthesis of technical protective textile

Devendra Kumar[1] and Sakshi Gupta[2]
[1]Associate Professor, Department of Chemistry
B.S.N.V. P.G. College, Lucknow-226001, U.P., India
Student, M.Sc., Chemistry, S.B.S. P.G.I. Dehradun-248161, U.P., India
drdgupta65@gmail.com

Abstract- Every type of clothing provide us protection to some extent. Our focus is not concern with clothes(fabrics) who protect us from winter, rain or heat but on the synthesis of protective textile, briefly describing the design of specialized fabric to provide protection from fire, chemicals, nuclear radiations, bullet impact etc. Extensive research is being done to develop the protective clothing for various regular and specialized civilian and military people. The global growth rates of technical textiles are about 4% per year, greater than the growth of home and apparel textiles, which are growing at a rate of 1% per year. The main target of the technical protective fabrics is to improve people safety in their work place. Technical protective fabrics are made up of different kind of fibers, because every blend contains different technical characteristics.

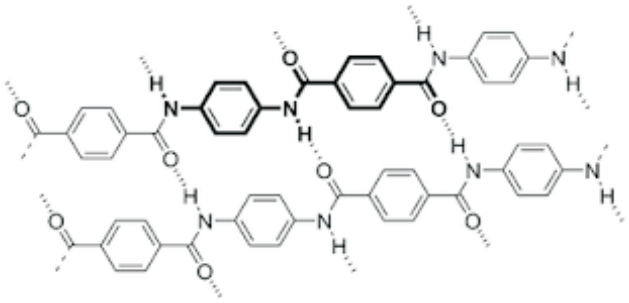
Key words- Technical textile, bullet impact, nuclear radiations, fire protective clothes.

1. **प्रस्तावना**– वस्त्र रसायन, अनुपयुक्त रसायन शास्त्र है। वस्त्र रसायन में रसायन विज्ञान के सिद्धान्तों का उपयोग, वस्त्रों के उत्पादन में किया जाता है। सभी वस्त्र रक्षात्मक कार्य के लिए उपयोग में लाये जाते हैं। हमारा अनुसंधान केवल शीत, गर्मी, वर्षा से शरीर की रक्षा करने के लिए वस्त्रों के निर्माण से नहीं है अपितु ऐसे वस्त्रों के निर्माण से है जिससे मनुश्य की रक्षा अग्नि, जल, नाभिकीय विकिरण, बन्दूक की गोली, अम्ल, अति ठंड, प्रक्षेपास्त्रों इत्यादि से हो सके। तकनीकी वस्त्र कल्याणकारी वस्त्र हैं। तकनीकी वस्त्र में, तकनीकी रक्षात्मक वस्त्रों पर जो अनुसंधान हो रहा है, उसका उल्लेख यहॉ पर किया जा रहा है। तकनीकी रक्षात्मक वस्त्रों का उद्देश्य फैशन (सजधज) नहीं है। अन्तरिक्ष यात्रियों के वस्त्रों का निर्माण भी तकनीकी रक्षात्मक वस्त्र करते हैं।

2. **तकनीकी रक्षात्मक वस्त्रों के निर्माण में प्रयुक्त होने वाले रेशे**– रक्षात्मक वस्त्रों के निर्माण में प्रयुक्त होने वाले कुछ मुख्य रेशे हैं– 1. केवलार(KEVLAR) 2. ट्वारन(TWARON) 3. नोमेक्स(NOMEX) 4. कोनेक्स(CONEX) 5. नोवेल(NOVEL) 6. जाइलॉन(ZYLON) 7. कार्बन रेशा(CARBON FIBER) 8. स्पेक्ट्रा(SPECTRA) 9. पॉली बेन्जीइमिडाजोल(PBI) 10. पॉली टेट्रा फ्लोरो इथीलीन(PTFE) 11. पॉली विनाइल क्लोराइड(PVC) 12. पाली यूरिथेन(POLY URITHANE) 13. अति उच्च अणुभार पॉलीथीन(Ultra High Molecular Weight Polythene)।

केवलार– वर्ष 1965 में स्टेफनी क्वॉलेक[1] ने इसे तैयार किया था। इसे बनाने में पॉली पैरा फिनाइलीन टरथैलेट तथा पालीबेन्जामाइड का उपयोग किया जाता है।[2] यह द्रव क्रिस्टल जैसा होता है। इसका उपयोग प्रायः बैलेस्टिक मुखौटा(Ballistic Face Masks), करधनी(Ballistic Vests) बनाने में किया जाता है। यह ऊष्मारोधी होता है तथा पिघलता और जलता नहीं है। नाइकी ने इसका उपयोग जूते बनाने में किया था। आजकल इसका उपयोग पंक्चरमुक्त टायर, जैकेट[3] इत्यादि बनाने में भी किया जा रहा है। इसकी रासायनिक संरचना निम्न है–

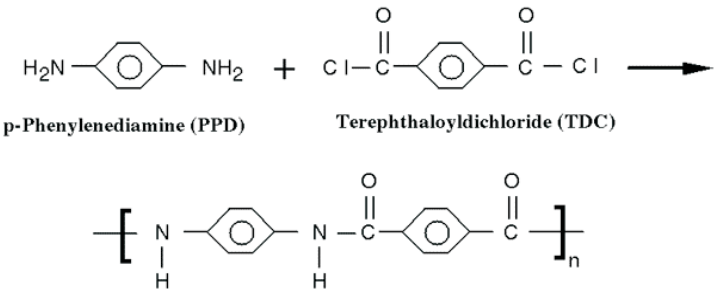
$$(\text{-CO-C}_6\text{H}_4\text{-CO-NH-C}_6\text{H}_4\text{-NH-})_n$$



ट्वारन– यह पैरा एरामिड है। इसको वर्ष 1970 में डच कम्पनी एकजो(AKZO) ने विकसित किया था। वर्ष 1960 में शोध के दौरान इसे फाइबर एक्स कहा गया। वर्ष 1984 में इसे ट्वारन नाम दिया गया। वर्ष 1987 में इसे व्यापारिक उत्पाद के रूप में प्रस्तुत किया गया। सन् 2007 में टीजिन समूह[4] ने इसका नाम टीजिन एरामिड दिया। यह एक तापरोधी संश्लेषित रेशा है।[5] वस्तुतः इसका विकास केवलार के पहले का है परन्तु वित्तीय समस्या के कारण एकजो कम्पनी ने इसका व्यापारिक उत्पादन केवलार के बाद किया। यह इस्पात से 5 गुना मजबूत होता है। इस पर रसायनों का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है ।

बनाने की विधि– यह पैरा फिनाइलीन टरथैलैमाइड है।[6] इसको पैरा फिनाइलीन डाइएमीन तथा टरथैलोयाल डाईक्लोराइड से बनाया जाता है। ट्वारन का संरचना सूत्र है–

$$(\text{-NH-C}_6\text{H}_4\text{-NH-CO-C}_6\text{H}_4\text{-CO-})_n$$

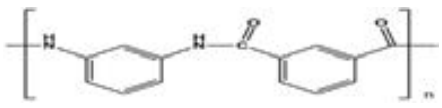


ट्वारन का उपयोग स्पोर्ट्स, बुलेट रोधी शरीर रक्षक वस्त्र, अग्निरोधी कपड़े, हेलमेट इत्यादि बनाने में होता है।

नोमेक्स– यह अग्निरोधी मेटा एरामिड है। सन् 1967 में इसका व्यवसायीकरण किया गया। इस पर ताप, रसायन, नाभिकीय विकिरण का प्रभाव नहीं पड़ता है।

बनाने की विधि– इसको मेटा फिनाइलीन डाइएमीन तथा आइसोथैलाइल क्लोराइड के संघनन से बनाया जाता है।[7] इसकी रासायनिक संरचना है–

$$(\text{-CO-C}_6\text{H}_4\text{-CO-NH-C}_6\text{H}_4\text{-NH-CO-})_n$$



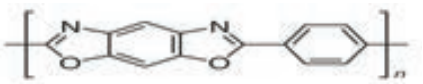
इसका उपयोग अग्निरोधी वस्त्रों के निर्माण में किया जाता है। जंगल को आग से बचाने वाले सुरक्षाकर्मियों के शर्ट तथा पैण्ट के कपड़े नोमेक्स से तैयार किये जाते हैं। रेस कार ड्राइवर, सैन्य पायलट के कपड़े भी नोमेक्स से तैयार किये जाते हैं।

कोनेक्स– यह भी मेटा एरामिड है। यह पॉली मेटा फिनाइलीन आइसोथैलेमाइड्स है। पैरा–एरामिड अम्ल, क्षार की उपस्थिति में विघटित हो जाता है जबकि मेटा एरामिड नहीं होता। मोबाइल फोन के आवरण भी इससे बनाये जाते हैं। नीदरलैण्ड्स तथा जापान में टीजिन कम्पनी के द्वारा कोनेक्स[8] के नाम से इसका व्यापार होता है। फ्रांस में करमेल के नाम से प्रसिद्ध है। चीन में यह एस0आर0ओ0 समूह के द्वारा न्यू स्टार(एक्स फाइबर) के नाम से यह रेशा प्रचलित है ।

कार्बन फाइबर– ऑडि रेसिंग बाइक के निर्माण में इसका उपयोग होता है। इस बाइक का वजन केवल 12 पाउण्ड का होता है। कार्बन फाइबर हल्का होने के साथ–साथ उच्च कठोरता तथा उच्च लचीलापन का गुण रखता है। यह रसायनरोधी तथा तापरोधी भी होता है। इसका उपयोग हेल्मेट, फोन केस, कार्बन फाइबर घड़ी, गिटार, टेनिस रैकेट इत्यादि बनाने में किया जाता है।

बनाने की विधि– कार्बन परमाणु को क्रिस्टल के रूप में बांधना पड़ता है। इसको प्लास्टिक रेजिन के साथ मिलाकर उपयोग में लाया जाता है। सन् 1960 में जोसेफ स्वान ने प्रथम बार कार्बन फाइबर का उपयोग लाइट बल्ब बनाने में किया था। सन् 1960 में खनिज तेलों के प्रसंस्करण से प्राप्त पेट्रोलियम पिच से कार्बन फाइबर बनाने का कार्य किया गया। सन् 2012 में इस फाइबर का वैश्विक मांग बाजार 1.7 बिलियन डालर का था। इसका वार्षिक वृद्धि दर लगभग 10–12 प्रतिषत है।[9] इस प्रकार के फाइबर का उपयोग एयर क्राफ्ट, एरोस्पेस(अन्तरिक्ष) में ज्यादा होता है। कार्बन फाइबर का निर्माण रेयान, पॉली एक्राइलोनाइट्राइल इत्यादि से भी किया जा रहा है।[10]

जाईलॉन– यह पाली पैरा–फिनाइलीन–2, 6 बेन्जोबिस आक्सेजोल है। यह केवलार से 1.6 गुना लचीला होता है। यह टैनिस रैकेट, टेबल–टेनिस ब्लेड्स, स्नोबोर्ड, चिकित्सीय उपकरण बनाने के काम में लाया जाता है। इसका उपयोग सन् 1998 से अमेरिका पुलिस की सुरक्षा कवच के निर्माण में हो रहा है।



स्पेक्ट्रा फाइबर– यह विश्व का शक्तिशाली तथा हल्का फाईबर है। स्टील की तुलना में 15 गुना मजबूत होता है। इसका उपयोग बुलेट प्रूफ करधनी बनाने में किया जाता है। इसका निर्माण हनी वेल कम्पनी करता है। यह अति उच्च अणुभार पॉलीथीन है। इसकी विशिष्ट शक्ति एरामिड फाइबर से 40 गुना ज्यादा है। यह पॉली एथिलीन है। उत्प्रेरक के रूप में मेटैलोसीन लिया जाता है ।

$$(-CH_2\text{-}CH_2\text{-})_n$$

अग्निशामक रक्षात्मक कपड़े– इस प्रकार के कपड़े के रेशे बनाने में मुख्यतः मेटा एरामिड, एक्राइलिक, पाली बेन्जइमिडाजोल, कार्बन फाईबर इत्यादि का उपयोग किया जाता है। रॉयल न्यूजीलैण्ड नेवी में आजकल केवलार रेशे के बने कपड़े उपयोग में लाये जा रहे हैं। अमेरिकी नेवी में नोमेक्स रेशे के बने कपड़े प्रयोग में लिये जा रहे हैं। सीमित ऑक्सीजन सूचकांक(एल0ओ0आई0) मापन का उपयोग इस तरह के रेशे के बनाने में उपयोग किया जाता है। जिस रेशे का यह मान अधिक होता है, वह अच्छा माना जाता है। PBI dk LOI 42 तथा PAN-OX dk 55 है। नोमेक्स, कोनेक्स एवं मेटा एरामिड का LOI कम है। सिलिकॉन कारबाइड से बने रेशे 1800^0C पर भी कार्य करते हैं। एल्यूमिनोसिलिकेट(एल्यूमिनियम ऑक्साइड तथा SiO_2) 1250^0–1400^0C पर कार्य करता है।

जलरोधी श्वसन रेशे– इस प्रकार के रेशे पॉलीविनाइल क्लोराइड, पॉलीयूरिथेन, पॉली टेट्रा फ्लोरोइथिलीन इत्यादि से बनाया जाता है। नोवेल रेशे सिल्क जैसे होते हैं, इनके अन्दर पानी नहीं जा सकता है परन्तु हवा एवं नमी जाती है। अतः इसका उपयोग जलरोधी कपड़े बनाने में यिा जाता है।

प्रक्षेप्य सुरक्षात्मक वस्त्र– इस प्रकार के रेशे का निर्माण मुख्यतः केवलार, स्पेक्ट्रा, जाईलॉन, अति उच्च अणुभार पालीथीन से किया जाता है ।

3. **निष्कर्ष**– अच्छे सुरक्षात्मक वस्त्रों का निर्माण मिश्रण विधि से किया जा रहा है। इसमें अनेक प्रकार के रेशे जिनके गुणधर्म अलग–अलग हैं को मिश्रित करके सस्ते सुरक्षात्मक वस्त्रों का निर्माण किया जा रहा है। स्पेक्ट्रा फाइबर से बने वस्त्र गर्म पानी में भी धोने से सिकुड़ते नहीं हैं। सिम्पाटेक्स फाईबर को एक्जो नोबेल ने संश्लेषित किया है। इसका उपयोग वायुरोधी, जलरोधी वस्त्रों के बनाने में किया जा रहा है ।

सन्दर्भ

1. स्टीफैनी, क्वोलेक, हिरोशीमेरा तथा ताडाहिको, टाकाटा(2002) हाई परफॉरमेन्स फाइबर, अलमैनन्स इनसाइक्लोपिडिया ऑफ इंडस्ट्रियल कमेस्ट्री, वीले–वीसीएच, वीनहिम।
2. ''स्टीफैनी लाउंज क्लोलेक बायोग्राफी'' बुकराग्स आर्चिव्ड फ्राम द ओरिजनल आन मई 24(2009), रिट्राइव्ड, मई 24(2009)।
3. केवलार– डूपांट, पर्सनल प्रोटेक्शन, डूपांट.काम.रिट्राइव्ड आन (2012–05–26)
4. टेइजीन एरामिड(2012) टेइजीन एरामिड हिस्ट्री।
5. इण्टरनेशनल फाईबर जर्नल, 2007, टेइजिन लांचेज फोर्थ प्रोडक्शन एक्सपैन्सन इन सिक्स इयर्स।
6. वोलब्रांचर, एल0 एण्ड वीरमान, टी0 जे0(1976) यू0एस0पेटेण्ट 4308374 ''नोमेक्स सांइटिस्ट यार्नस लेवासियर मेडल'' फाइबर सोर्स, जून 20, 2002, रिट्राइव्ड (2008–08–08)।
7. जेम्स, ए0 केन्ट(2006) इण्डियन हैण्डबुक आफ इण्डस्ट्रियल केमेस्ट्री एण्ड बायोटेक्नालोजी, स्प्रिंगर पृ0 483, आई0एस0बी0एन0 0–387–27842–7।
8. ''ग्लोबल कार्बन फाइबर कम्पोजिट सप्लाई चेन कम्पटीटिभनेस एनलसिस'' क्लीन एनर्जी मैन्यूफैक्चरिंग एनलसिस सेण्टर, रिट्राइव्ड(2017–05–24)।
9. ''हाई परफार्मेन्स कार्बन फाइबर'' नेशनल हिस्टॉरिक केमिकल लैण्डमार्क, अमेरिकन केमिकल सोसाइटी, रिट्राइव्ड(2014–04–26)।