

# Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

## Modern material technologies in aerospace industry

### Metaliczne materiały kompozytowe w aplikacjach lotniczych (w tym materiały typu Glare)

### Composite metallic materials in aviation applications (including Glare-type materials)

Politechnika Lubelska, Politechnika Rzeszowska, Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, Politechnika Łódzka,

**Tytuł rozwiązania Innowacyjnego**  
*Title of the innovative solution*

Przedmiotem wynalazku jest wiertło kręte do wykonywania otworów w materiałach kompozytowych, zwłaszcza otworów przelotowych. Wiertło przeznaczone jest do wiercenia pod kątem prostym i wiercenia skośnego elementów o powierzchniach płaskich i niepłaskich wykonanych z różnego typu materiałów kompozytowych.

The invention relates to a twist drill for making holes in composite materials, in particular through holes. The drill is designed for perpendicular and slanting drilling of elements of flat and non-flat surfaces made of various types of composite materials.

**Krótki opis rozwiązania**  
*Brief description of the solution*

Wiertło o zmodyfikowanej geometrii umożliwia wiercenie w różnego typu materiałach kompozytowych i w różnych układach wiercenia. Odpowiednie dopasowanie parametrów geometrycznych wiertła oraz odpowiedni dobór parametrów skrawania umożliwia eliminację zjawisk negatywnych takich jak:

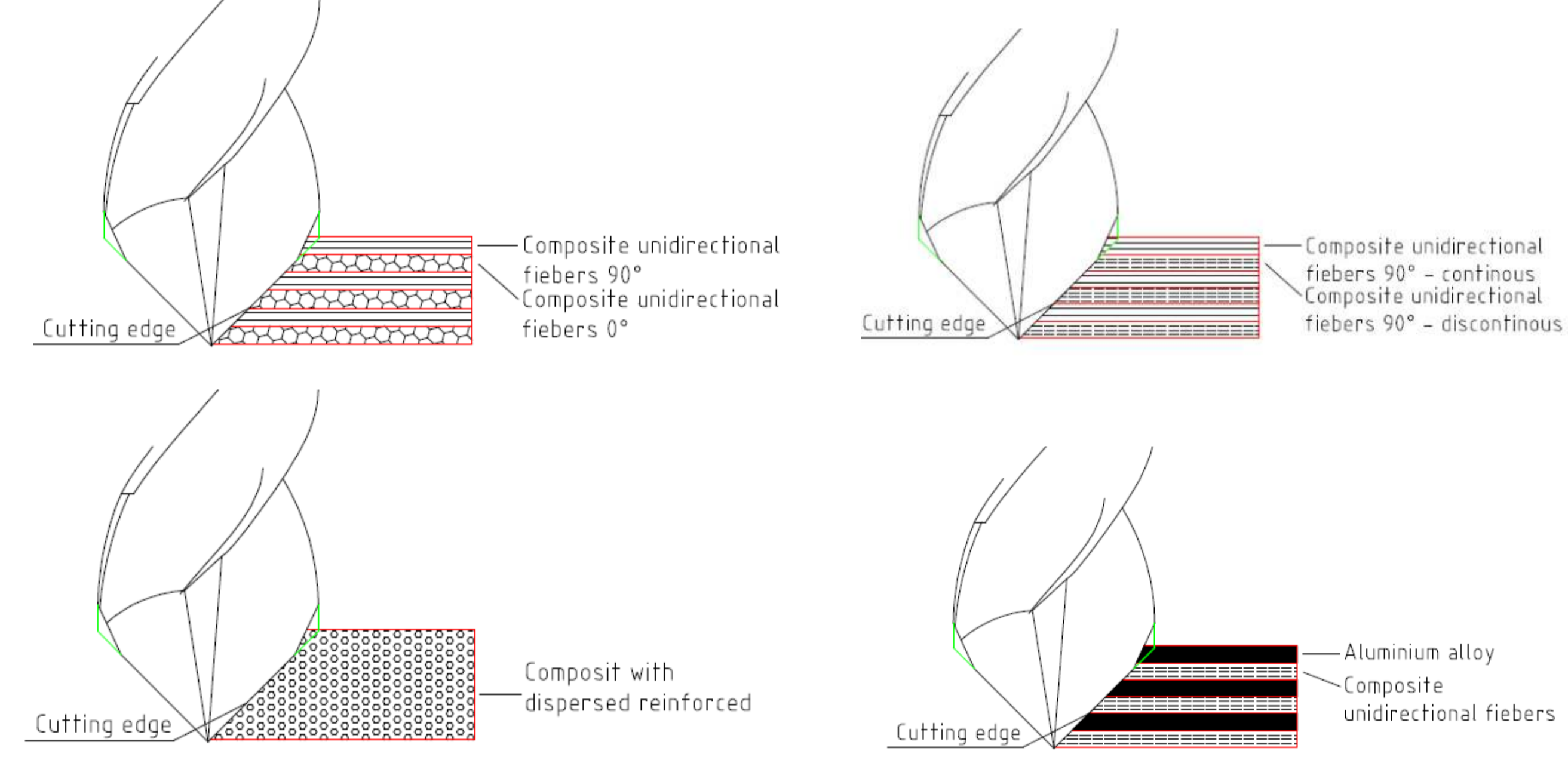
- delaminacja
- wrywanie włókien
- przypalenia matrycy

Wiertło umożliwia wiercenie pod kątem 90 stopni jak również pod kątem innym niż 90 stopni w elementach o powierzchniach płaskich i skośnych - rys. 1. Wiertło o zmodyfikowanej geometrii zapewnia odpowiednią stabilność procesu wiercenia (również pod kątem innym niż 90 stopni), pozwala na uzyskanie optymalnego rozkładu sił skrawania i zapewnia wymagany powtarzalny proces obróbkowy. Zastosowanie odpowiedniego doboru parametrów geometrycznych umożliwia wiercenie w materiałach kompozytowych o bardzo różnej aranżacji geometrycznej (rys.2.) i różnych materiałach fazy wzmacniającej.

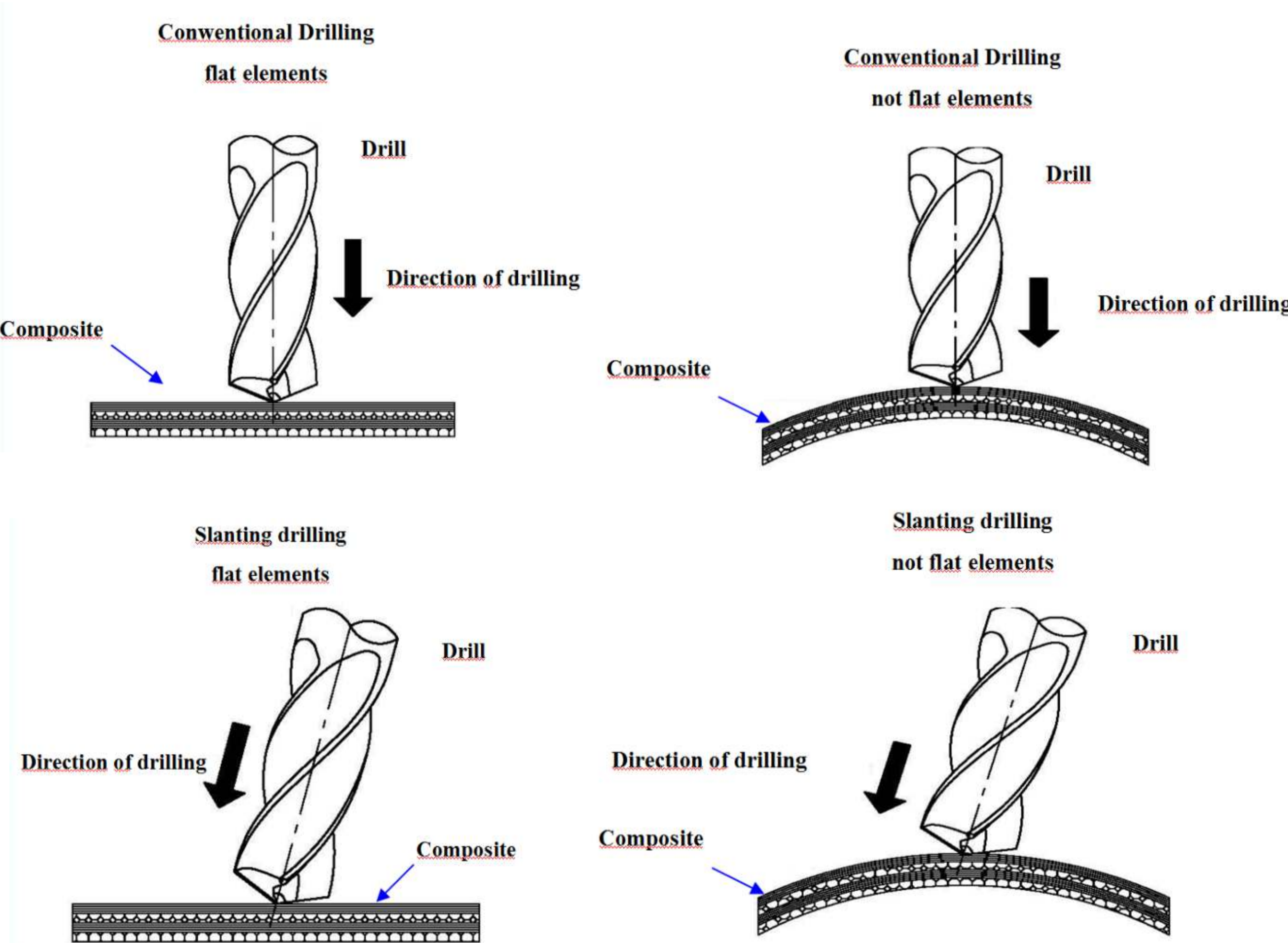
The drill with modified geometry allows drilling in various types of composite materials and various drilling systems. Appropriate adjustment of the geometric parameters of the drill and the proper selection of cutting parameters enables the elimination of negative phenomena such as:

- delamination
- Plucking fibers
- Burns matrix

The drill allows for drilling at an angle of 90 degrees and at an angle other than 90 degrees in parts of the flat and slanted surfaces- fig 1. The drill with modified geometry provides sufficient stability to the drilling process (also at an angle other than 90 degrees), allows for optimal distribution of cutting forces and provide the required repeatability of the machining process. The use of suitable choice of the geometric parameters allows drilling in composite materials with very different geometric arrangements (fig.2.) and different materials of the reinforcing phase.



Rys. Materiały kompozytowe o różnorodnej aranżacji geometrycznej stosowane w przemyśle lotniczym.  
Fig. Composite materials of various geometric arrangement used in the aerospace industry.



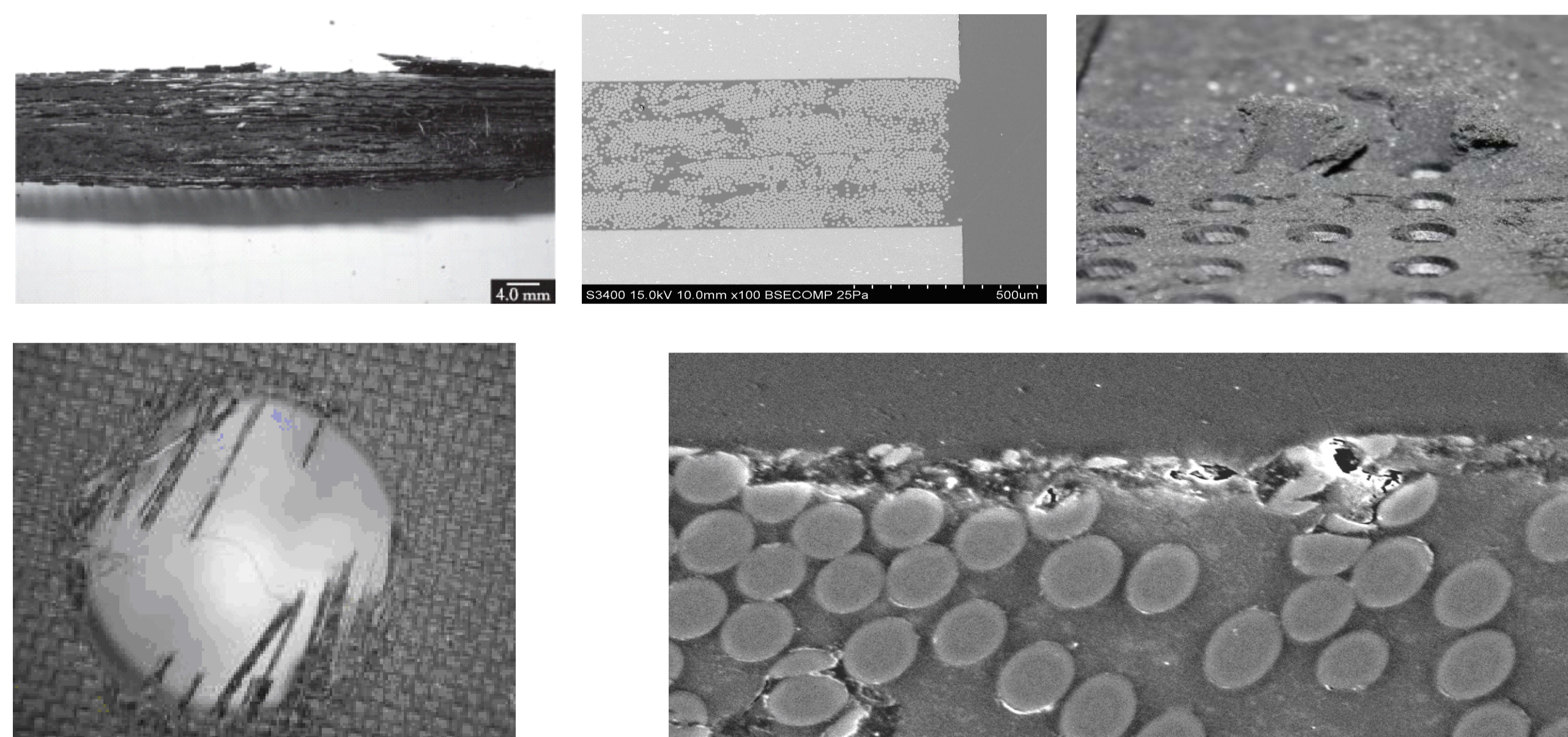
Rys. Różnorodna orientacja pomiędzy osią narzędzia a powierzchnią wierzonego elementu.  
Fig. Different orientation between drill and surface of the part.

**Graficzna prezentacja rozwiązania Innowacyjnego**  
*Visualization of the innovative solution*

W ramach prac badawczych przeprowadzone zostały testy maszynowe wiercenia różnego typu materiałów kompozytowych z zastosowaniem wiertła o zmodyfikowanej geometrii. Podczas testów maszynowych dokonane zostały pomiary sił osiowych i momentów wiercenia, pomiar mikroskopowy powierzchni wejściowej i wyjściowej wierzonego elementu. Na podstawie wyników badań opracowane zostały wytyczne doboru parametrów skrawania w zależności od typu wierzonego materiału i zadania obróbkowego.

As part of the research work was carried out machine tests of drilling of various types of composite materials using a drill with modified geometry. During tests they were made measurements of axial forces and drilling torques, microscopic measurement of input and output surface. Based on the results of research have been developed guidelines for the selection of cutting parameters depending on the type of drilled material and machining task.

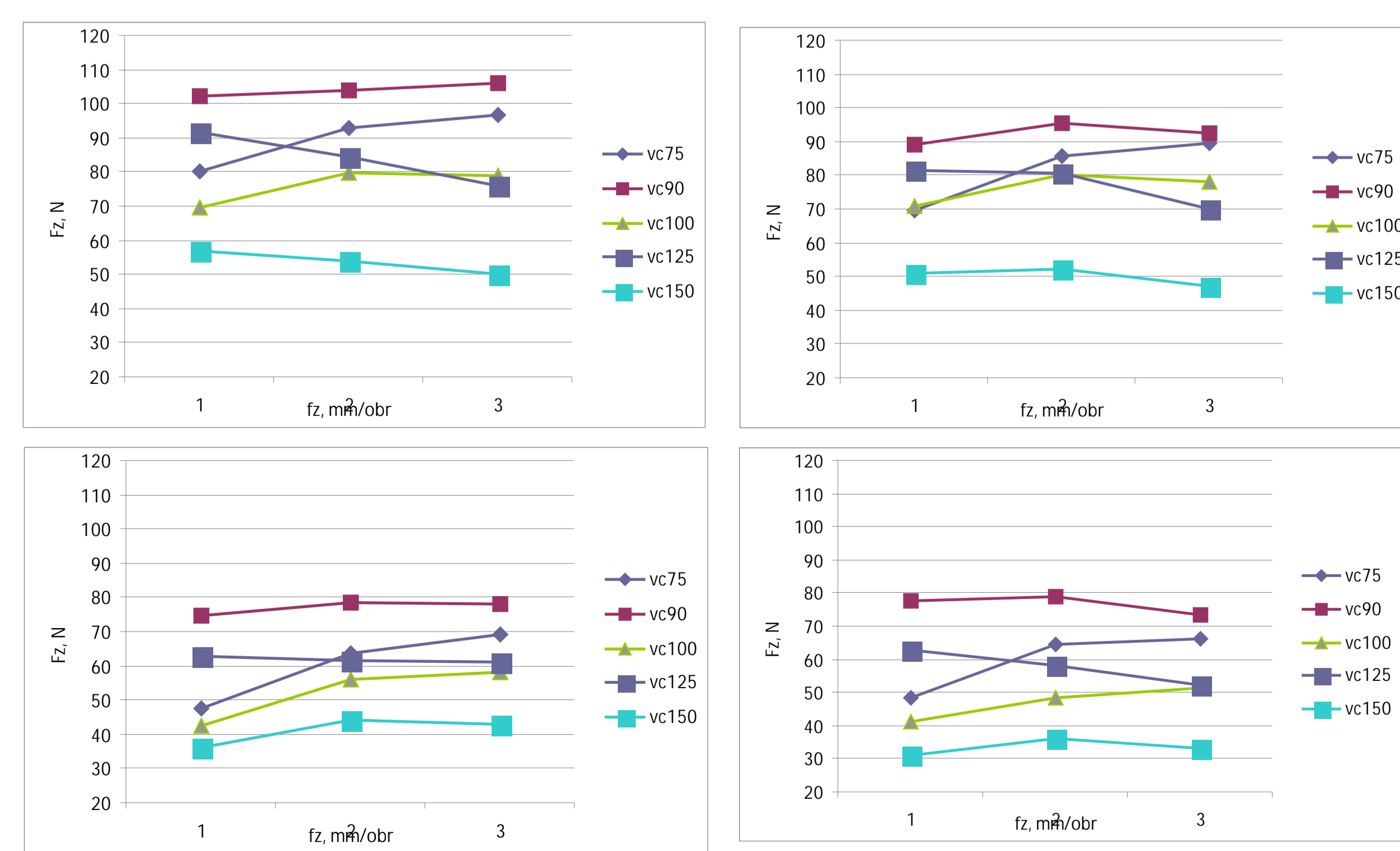
**Graficzna prezentacja rozwiązania Innowacyjnego**  
*Visualization of the innovative solution*



Rys. 3. Typowe zjawiska negatywne występujące podczas wiercenia materiałów kompozytowych  
Fig. 3. Typowe negative phenomena occurring during drilling materials composite

Typ materiału	Powierzchnia wej./wyj.	Powierzchnia otworu	Zdjęcie materiału	Parametry procesu
CFRP + SIATKA CU				rednica wiertła: 6mm Prędkość skrawania: 80 m/min Prędkość obrotowa: 4244 rev/min Posuw: 0.08 mm/rev
GFRP + WYPELNIACZ				rednica wiertła: 6mm Prędkość skrawania: 80 m/min Prędkość obrotowa: 4244 rev/min Posuw: 0.1 mm/rev
CFRP UD				rednica wiertła: 6mm Prędkość skrawania: 90 m/min Prędkość obrotowa: 5000 rev/min Posuw: 0.05 mm/rev
GLARE				rednica wiertła: 6mm Prędkość skrawania: 90 m/min Prędkość obrotowa: 5000 rev/min Posuw: 0.05 mm/rev

Rys. 4. Wyniki wiercenia różnego typu materiałów kompozytowych z zastosowaniem wiertła o zmodyfikowanej geometrii  
Fig. 4. The results of the drilling of various types of composite materials using a drill with modified geometry



Rys. 5. Wykresy przedstawiające zmiany osiowych sił skrawania w zależności od parametrów skrawania i typu wiertła  
Fig. 5. Graphs showing the change of axial cutting forces depending on the cutting parameters and the type of drill

**Zalety i ograniczenia rozwiązania Innowacyjnego**  
*Advantages and restrictions of innovative solution*

**Zalety rozwiązania Innowacyjnego:**

1. Możliwość wyeliminowania zjawisk negatywnych takich jak: delaminacja, wrywanie włókien, przypalenie materiału matrycy, zachodzących podczas procesu wiercenia materiałów kompozytowych
2. Możliwość wiercenia prostego i skośnego elementów o powierzchniach płaskich i niepłaskich
3. Możliwość zastosowania wiertła do różnego typu materiałów kompozytowych (różna aranżacja geometryczna, materiał wzmacnienia, matryca itp.)
4. Wzrost trwałości narzędzia
5. Wiertło zapewnia optymalny rozkład sił skrawania podczas realizacji procesu wiercenia
6. Wiertło zapewnia odpowiednią stabilność procesu wiercenia jak również wysoką powtarzalność procesu obróbkowego

**The advantages of an innovative solution:**

1. The ability to eliminate the negative phenomena such as delamination, pulling out of the fibers, the matrix material burns occurring during the drilling of composite materials
2. Possibility to perpendicular and drilling of elements of flat and non-flat
3. Possibility of the use of drills to various types of composite materials (different geometrical arrangement, reinforcing phase, matrix, etc.)
4. The increase in tool life
5. Drill provides optimal distribution of cutting forces during the process of drilling
6. Drill provides sufficient stability to the drilling process as well as high repeatability of machining process

**Ograniczenia rozwiązania Innowacyjnego:**

- konieczność zastosowania sztywnego układu wiercenia podczas wiercenia różnego
- konieczność zastosowania stałych posuwów wiercenia.

**Limitations of innovative solution:**

- The need for a stiff system for manual drilling
- The need for a constant feed of drilling.

**Możliwe zastosowania w lotnictwie i innych gałęziach gospodarki**  
*Examples of application in aviation and other branches*

Wiertło przeznaczone jest do ręcznej i maszynowej obróbki różnego typu materiałów kompozytowych, w szczególności do wykonywania otworów montażowych. Głównym obszarem zastosowania zmodyfikowanych wiertel jest przemysł lotniczy. Z uwagi na bardzo dynamiczny rozwój materiałów kompozytowych w innych branżach przemysłowych, wiertła mogą znaleźć zastosowanie również w sektorach typu: produkcja sprzętu sportowego, przemysł jachtowy, motoryzacyjny, produkcja elementów elektrowni wiatrowych.

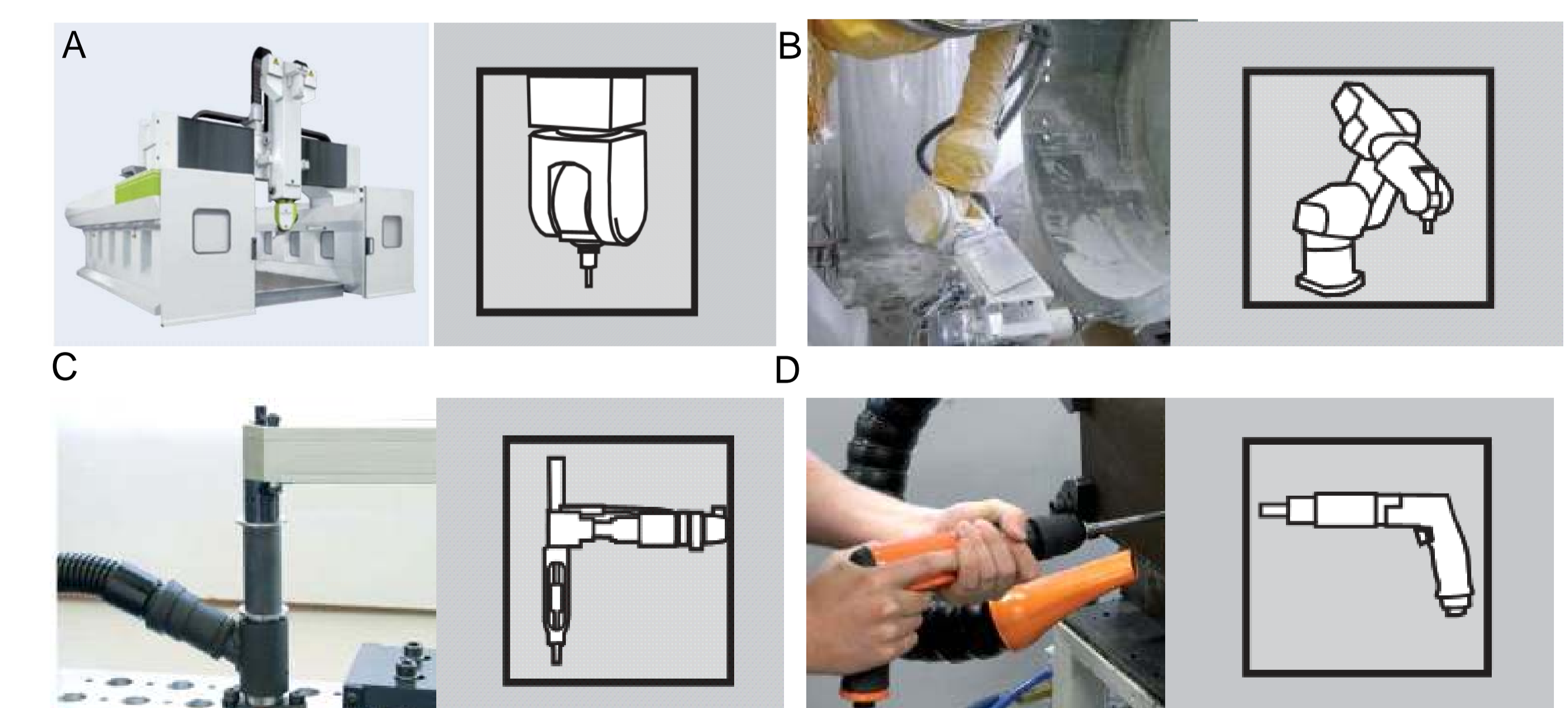
The drill is designed for manual and machine processing of various types of composite materials, in particular to carry out the mounting holes. The main area of application of modified drill is aviation industry. The very rapid development of composite materials in other industries, drill bits can also be used in industries such as: manufacturing of sports equipment, yacht industry, automotive, manufacturing of wind power plants.



Rys. 6. Przykładowe sektory przemysłowe z potencjałem do zastosowania zmodyfikowanych wiertel  
Fig. 6. Examples of industrial sectors with a potential for the application of modified drills

Specjalna geometria wiertel umożliwia obróbkę z zastosowaniem różnych maszyn wiertniczych takich jak: centra obróbkowe, roboty wiertnicze, jednostki posuwowe, wiertarki ręczne.

The special geometry of the drill enables processing using various drilling machines such as machining centers, drilling robots, feed units, hand drill machine.



Rys. 7. Przykładowe maszyny wiertnicze: A) centra obróbkowe, B) roboty wiertnicze, C) jednostki posuwowe, D) wiertarki ręczne.  
Fig. 7. Exemplary drilling machine: A) machining centers, B) drilling robots, C) feed units, D), hand drill machine.

**Oferta dla przemysłu**  
*The offer for industry*

- Wiertło kręte przeznaczone do prostego i skośnego wiercenia elementów o powierzchniach płaskich i niepłaskich wykonanych z różnego typu materiałów kompozytowych
- Algorytm doboru parametrów skrawania: prędkość skrawania i posuw w zależności od typu materiału kompozytowego i zadania obróbkowego
- Algorytm modyfikacji parametrów geometrycznych w zależności od typu materiału kompozytowego i zadania obróbkowego

- Twist drill for perpendicular and slanting drilling of elements of flat and non-flat surfaces made of various types of composite materials
- The algorithm for cutting parameters: cutting speed and feed rate depending on the type of composite material and machining task
- Geometric parameter modification algorithm based on type of composite material and machining task